Oecon.
262 ⁰ 4°

Mittheilungen

Oec. 262 ⁰

MITTHEILUNGEN

AUS DEM

FORSTLICHEN VERSUCHSWESEN

OESTERREICHS.

HERAUSGEGEBEN

VON

Dr. A. von SECKENDORFF

K. K. O. Ö. PROF., REGIERUNGSRATH UND LEITER DES FORSTLICHEN VERSUCHSWESENS.

BAYERISCHE
STAATS-
BIBLIOTHEK
MUENCHEN

I. HEFT.

MIT 14 TAFELN.

WIEN, 1877.

WILHELM BRAUMÜLLER

K. K. HOF- UND UNIVERSITÄTSBUCHHÄNDLER.

482 D

I 1/3 17

Forstwissenschaftliche Werke

aus dem Verlage von

Wilhelm Braumüller, k. k. Hof- und Universitätsbuchhändler in **Wien.**

Albert, Josef, Professor an der k. Central-Forstlehranstalt in Aschaffenburg, ehem. Director der böhmischen Forstschule in Weisswasser. Lehrbuch der forstlichen Betriebs-Regulirung. gr. 8. 1861. 3 *fl.* — 6 *M.*

— — Lehrbuch der Waldwerthberechnung. gr. 8. 1862. 1 *fl.* 20 *kr.* — 2 *M.* 40 *Pf.*

— — Lehrbuch der gerichtlichen Forstwissenschaft. gr. 8. 1864. 1 *fl.* 20 *kr.* — 2 *M.* 40 *Pf.*

— — Lehrbuch der Forstgrundsteuer-Ermittlung. gr. 8. 1866. 1 *fl.* 20 *kr.* — 2 *M.* 40 *Pf.*

— — Lehrbuch der Staatsforstwissenschaft für Forst- und Landwirthe, Verwaltungs- und Justizbeamte. gr. 8. 1875. 5 *fl.* — 10 *M.*

Baur, Dr. Franz, Professor der Forstwissenschaft an der kgl. württemberg. land- und forstwirthschaftlichen Akademie in Hohenheim. Lehrbuch der niederen Geodäsie, vorzüglich für die praktischen Bedürfnisse der Forst- und Landwirthe, Cameralisten und Geometer, sowie zum Gebrauche auf mittleren technischen Lehranstalten. Zweite vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 274 Holzschnitten und einer lithographirten Tafel. gr. 8. 1871. 5 *fl.* — 10 *M.*

— — Ueber die Berechnung der zu leistenden Entschädigungen für die Abtretung von Wald zu öffentlichen Zwecken mit Rücksicht auf die neuere Theorie des Waldbaues der höchsten Bodenrente. gr. 8. 1869. 1 *fl.* — 2 *M.*

— — Die Holzmesskunst. Anleitung zur Aufnahme der Bäume und Bestände nach Masse, Alter und Zuwachs. Zweite umgearbeitete Auflage. Mit 63 Holzschnitten. gr. 8. 1875. 4 *fl.* 50 *kr.* — 9 *M.*

Breymann, Carl, weil. Professor an der k. k. Forst-Akademie in Mariabrunn. Anleitung zur Waldwerthberechnung, sowie zur Berechnung des Holzzuwachses und nachhaltigen Ertrages der Wälder. gr. 8. 1855. 1 *fl.* 50 *kr.* — 3 *M.*

— — Tafeln für Forst-Ingenieure und Taxatoren. Mit 2 lithographirten Tafeln. gr. 8. 1859. 3 *fl.* — 6 *M.*

— — Tafeln der fünfstelligen Logarithmen gemeiner Zahlen und trigonometrischen Functionen der Quadrate, Würfel, Quadrat- und Kubik-Wurzeln aller Zahlen von 1 bis 1000, und der zur Waldwerthbestimmung vorausberechneten Einheitswerthe. Zum Gebrauche für Techniker, technische Lehranstalten, Gymnasien und Realschulen. gr. 8. 1866. 1 *fl.* 80 *kr.* — 3 *M.* 60 *Pf.*

— — Anleitung zur Holzmesskunst, Waldertragsbestimmung und Waldwerthberechnung. Mit 3 Holzschnitten. gr. 8. 1868. 3 *fl.* — 6 *M.*

Exner, Dr. Wilh. Franz, k. k. Regierungsrath, Professor an der Hochschule für Bodencultur in Wien. Die mechanische Technologie des Holzes zunächst für technische und forstliche Hochschulen. I. Band: Die mechanischen Eigenschaften des Holzes. Eine Abhandlung, vorgelegt der Akademie der Wissenschaften in Paris von E. Chevandier und G. Wertheim, revidirt und übersetzt. I. Hälfte. Mit 2 Tafeln. gr. 8. 1871. 1 *fl.* 30 *kr.* — 2 *M.* 60 *Pf.*

R. Feistmantel's allgemeine Waldbestandestafeln. Cubiktabellen für runde, geschnittene und behauene Hölzer nebst anderen Hülfstafeln für Waldschätzungszwecke. Zweite Auflage. Für das Hektar umgerechnet und neu bearbeitet von Anton Rokitansky, Eugen Graf von Kinsky'schem Forstmeister. gr. 8. 1876. 1 *fl.* 80 *kr.* — 3 *M.* 60 *Pf.*

Oec. 262°

MITTHEILUNGEN

AUS DEM

FORSTLICHEN VERSUCHSWESEN

OESTERREICHS.

HERAUSGEGEBEN

VON

DR. A. VON SECKENDORFF

K. K. O. Ö. PROF., REGIERUNGSRATH UND LEITER DES FORSTLICHEN VERSUCHSWESENS.

I. BAND.

MIT 24 TAFELN UND 16 ABBILDUNGEN IM TEXT.

WIEN, 1878.

WILHELM BRAUMÜLLER

K. K. HOF- UND UNIVERSITÄTSBUCHHÄNDLER.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

SEINER EXCELLENZ

DEM K. K. ACKERBAU-MINISTER

HERRN

HIERONYMUS GRAFEN ZU MANNSFELD

SEINER K. K. APOST. MAJESTÄT WIRKLICHEM GEHEIMEN RATHE ETC. ETC.

EHRFURCHTSVOLL GEWIDMET.

Inhalts-Verzeichniss.

	Seite
Vorwort	III
Untersuchungen über den Festgehalt der Raummasse und das Gewicht des Holzes im frischgefällten Zustande. Von Dr. A. von Seckendorff. Mit Tafel I—XII und 8 Holzschnitten	1
Ueber die Folgen der Einwirkung der Temperatur auf die Keimfähigkeit und Keimkraft der Samen von *Pinus Picea* Du Roi. Von Dr. Wilhelm Velten	44
Ein zweckmässiger Thermostat. Von Dr. Wilhelm Velten. Mit Tafel XIII	56
Beschreibung der Metamorphosen und der Lebensweise von *Hedobia pubescens* Oliv. Von Fritz A. Wachtl, k. k. Oberförster. Mit Tafel XIV	61
Zwei neue europäische Cynipiden und ihre Gallen. Von Fritz A. Wachtl, k. k. Oberförster. Mit Tafel XIV	64
Ueber Dichtenbestimmungen des Holzes. Von Dr. Joseph Moeller	68
Entwurf eines Programmes für forstlich-meteorologische Beobachtungen in Oesterreich. Von Dr. J. R. Lorenz Ritter von Liburnau, k. k. Ministerialrath	73
Serropalpus barbatus. Schall. und *Retinia margarotana.* HS. Zwei Feinde der Tanne (*Abies pectinata* DC.). Ein Beitrag zur Kenntniss ihrer Metamorphosen und Lebensgeschichte. Von Fritz A. Wachtl, k. k. Oberförster. Mit Tafel XV und XVI	92
Ueber den Einfluss der Bodenbeschaffenheit auf die erste Entwickelung der Schwarzföhre (*Pinus Laricio*). Von Dr. Joseph Moeller	107
Versuche mit Schwarzföhrensamen. Von Dr. Joseph Moeller	116
Ueber die freie Kohlensäure im Boden. Von Dr. Joseph Moeller	121
Das Gefälle der Holzriesen und Untersuchungen über die gleitende Reibung auf denselben. Von Karl Petraschek, Forst-, Bau- und Betriebs-Ingenieur der Innerberger Hauptgewerkschaft. Mit Tafel XVII und XVIII	149
Ueber die Riese constanter Fallgeschwindigkeit. Von Ingenieur Friedrich Steiner, Dozent am Wiener Polytechnikum und an der k. k. Hochschule für Bodenkultur. Mit 2 Holzschnitten	157

Seite

Ueber das Fallgesetz der Riese. Von Ingenieur Friedrich Steiner, Dozent am Wiener Polytechnikum und an der k. k. Hochschule für Bodenkultur. Mit 1 Holzschnitt . . 161

Beiträge zur Anatomie der Schwarzföhre *(Pinus Laricio* Poir.). Von Dr. Joseph Moeller. Mit Tafel XIX—XXIII . 167

Zur Anatomie der Schwarzföhre. Von W. Riegler 186

Ueber den Ablösungsvorgang der Zweige einiger Holzgewächse und seine anatomischen Ursachen. Von Dr. Franz R. von Höhnel 255

Nachrichten über den forstlich-meteorologischen Beobachtungszweig. Von J. R. Lorenz Ritter von Liburnau, k. k. Ministerialrath. Mit 3 Holzschnitten 267

Volum-Hygrometer von Franz Schwackhöfer, a. o. Professor an der Hochschule für Bodenkultur in Wien. Mit Tafel XXIV 271

Ein einfacher und zweckmässiger Apparat zum Präpariren von Larven und Puppen der Insecten, namentlich der Schmetterlingsraupen. Von Fritz A. Wachtl, k. k. Oberförster. Mit 2 Holzschnitten . 277

MITTHEILUNGEN

AUS DEM

FORSTLICHEN VERSUCHSWESEN

OESTERREICHS.

HERAUSGEGEBEN

VON

Dr. A. von SECKENDORFF

K. K. O. Ö. PROF., REGIERUNGSRATH UND LEITER DES FORSTLICHEN VERSUCHSWESENS.

I. HEFT.

MIT 14 TAFELN.

WIEN, 1877.

WILHELM BRAUMÜLLER

K. K. HOF- UND UNIVERSITÄTSBUCHHÄNDLER.

VORWORT.

Als mir in der zweiten Hälfte des Jahres 1874 die Einführung und vorläufige Leitung des forstlichen Versuchswesens in Oesterreich übertragen wurde, erhielt ich gleichzeitig den Auftrag, innerhalb Jahresfrist auf Grund der gemachten Erfahrungen einen Statuten-Entwurf behufs Vorlage an das Ministerium auszuarbeiten.

Bereits im Monate Mai 1875 kam ich diesem Auftrag nach. Mein Entwurf wurde noch im gleichen Monate, behufs etwaiger Modificationen einer Commission, zu der auch der königlich preussische Geheime Regierungsrath Professor Dr. Gustav Heyer zugezogen worden war, vorgelegt und erhielt dem zu Folge in wesentlich unveränderter Form am 8. Juli desselben Jahres die Allerhöchste Sanction.

Das so entstandene und mit dem 1. August 1875 in Kraft getretene

Statut für das staatliche forstliche Versuchswesen in Oesterreich

lautet:

§. 1.

Das staatliche forstliche Versuchswesen in Oesterreich hat den Zweck, zur Gewinnung wissenschaftlicher Grundlagen einer rationellen Forstwirthschaft durch Untersuchungen und Versuche beizutragen.

§. 2.

Diese Versuche und Untersuchungen werden vorgenommen:

a) von Organen, welche für das Versuchswesen bleibend angestellt sind;

b) von solchen Kräften, welche für die Versuchszwecke zwar nur vorübergehend, jedoch ausschliesslich verwendet werden;

c) von Personen, welche unbeschadet ihres sonstigen Berufes für die Vornahme einzelner Versuchsarbeiten mit oder ohne Entgelt gewonnen werden.

§. 3.

Bleibend angestellt (§. 2 *a*) sind:

Der forstliche Versuchsleiter und die Adjuncten.

Ersterer wird über Vorschlag des Ackerbauministers von Sr. Majestät dem Kaiser ernannt und steht in dem Range, den Bezügen und dem Pensionsanspruche eines ordentlichen Professors der k. k. Hochschule für Bodencultur in Wien. Die Adjuncten stehen in der IX. und X. Rangsclasse und werden, bis zur Anzahl von vier, mit Rücksicht auf die einzelnen Zweige des forstlichen Versuchswesens (§. 2 lit. *c* des unterm 22. November 1873 Allerhöchst genehmigten Programmes des staatlichen land- und forstwirthschaftlichen Versuchswesens) über Vorschlag des Versuchsleiters vom Ackerbauminister ernannt.

Bei der Berufung des Versuchsleiters können demselben auch höhere als die systemmässigen Bezüge und sonstige Vortheile zugestanden werden.

§. 4.

Ueber die Zutheilung der zwar ausschliesslich aber nur vorübergehend für das Versuchswesen zur Verwendung kommenden Organe (§. 2 *b*), insbesondere insoferne dieselben dem Staatsforstdienste angehören, werden specielle Anordnungen vom Ackerbauministerium erlassen.

§. 5.

Bei der Wahl der für einzelne Versuche und Untersuchungen zu gewinnenden Persönlichkeiten (§. 2 *c*) ist auf Lehrkräfte der Hochschulen, Mitglieder sonstiger wissenschaftlicher Forschungsanstalten und auf geeignete Organe des Staats- und Privatforstdienstes Bedacht zu nehmen.

Die Bedingungen, unter welchen solche Mitarbeiter für die Zwecke des Versuchswesens zu wirken haben, insbesondere die Honorirung ihrer Arbeiten, wird von Fall zu Fall, wenn nöthig im Wege der Vereinbarung festgestellt.

§. 6.

Die Hauptaufgaben des Versuchsleiters sind:

a) Die gesammte innere Geschäftsführung und äussere Thätigkeit der Anstalt zu leiten und zu überwachen;

b diejenigen Persönlichkeiten, welche mit den Versuchsarbeiten betraut werden sollen, in Vorschlag zu bringen;

c) zur Mitwirkung bei den Aufgaben der Anstalt im Kreise der Privaten anzuregen und insbesondere auf Privatwaldbesitzer behufs directer Betheiligung ihrer Bediensteten an den Versuchsarbeiten Einfluss zu nehmen;

d) das Programm für die alljährlich vorzunehmenden Arbeiten zu entwerfen und dasselbe an das Ackerbauministerium zur Genehmigung und Bewilligung der erforderlichen Auslagen vorzulegen;

e) die nöthigen Behelfe für die Versuchsarbeiten nach Massgabe der bewilligten Dotation anzuschaffen;

f) für die Ausführung der Arbeiten im Sinne des genehmigten Jahresprogrammes Sorge zu tragen;

g) was insbesondere die den untergeordneten Beamten der Anstalt übertragenen Arbeiten betrifft, mit ihnen die Methoden der Untersuchungen zu besprechen und die Ausführung dieser Arbeiten, insoweit es nothwendig ist, auch durch Inspicirung an Ort und Stelle zu überwachen;

h) einen Hauptbericht im Sinne der später erfolgenden Instruction über die Jahresthätigkeit der Versuchsleitung dem Ackerbauministerium zu erstatten.

§. 7.

Das erforderliche Kanzlei- und Dienerpersonale wird der k. k. forstlichen Versuchsleitung durch Verfügung des Ackerbauministeriums beigegeben.

Bei der Entwerfung dieses Statutes konnte ich mir nicht verhehlen, dass, wenn es auch immerhin recht wünschenswerth sein möchte, eine grössere Anzahl von einzelnen Versuchssectionen mit besonderen Abtheilungsvorständen, Adjuncten, Assistenten u. s. w. in's Leben zu rufen, ein auf solch breiter und kostspieliger Grundlage basirtes Versuchswesen gegenwärtig keine Aussicht auf Realisirung haben dürfte. Auch würde eine solche Organisation, insoferne sie die Ausführung von Versuchsarbeiten durch ausschliesslich für das Versuchswesen angestellte Persönlichkeiten bedingen würde, die temporäre Gewinnung anerkannter, anderwärtiger Kräfte, sammt ihren reichen Forschungsapparaten für das forstliche Versuchswesen principiell erschweren.

Zu dem liegt es im Interesse einer befriedigenden Lösung zahlreicher offener Fragen der Forstwirthschaft, dass dieselben von hervorragenden Grössen im Gebiete des Wissens und der Forschung bearbeitet werden. Denn wenn

auch nicht geleugnet werden kann, dass mancher dieser Fragen eine praktische Tendenz zu Grunde liegt, so darf die Lösung derselben doch nur auf streng wissenschaftlichem Wege erfolgen.

Diese Schwierigkeit wird durch das früher erwähnte Statut behoben. Denn §. 5 sagt ausdrücklich: „Bei der Wahl der für einzelne Versuche und Untersuchungen zu gewinnenden Persönlichkeiten (§. 2 *c*) ist auf Lehrkräfte der Hochschulen, Mitglieder sonstiger wissenschaftlicher Forschungsanstalten und auf geeignete Organe des Staats- und Privatforstdienstes Bedacht zu nehmen. Die Bedingungen, unter welchen solche Mitarbeiter für die Zwecke des Versuchswesens zu wirken haben, insbesondere die Honorirung ihrer Arbeiten wird von Fall zu Fall, wenn nöthig im Wege der Vereinbarung festgestellt".

Hienach gestattet unser Statut einerseits die einzelnen Versuchsarbeiten in die richtigen Hände zu legen, andererseits eine Reihe streng wissenschaftlicher Untersuchungen, mit Aufbietung geringer Kosten, relativ vollständig durchzuführen.

So liessen sich z. B. die technischen Eigenschaften der Hölzer, bei Befolgung des in §. 5 unseres Statutes Gesagten, ohne grossen Kostenaufwand in exacter Weise untersuchen, während gleichen Genauigkeitsgrad in der Untersuchung und gleiche Vertrauungswürdigkeit der Resultate vorausgesetzt, die Lösung solcher Fragen im Falle der Errichtung eines selbstständigen forsttechnologischen Institutes, bei den gegenwärtigen Zeitverhältnissen unerschwingliche Kosten verursachen dürfte. — Nach einer mir von Professor Dr. Jenny gewordenen freundlichen Mittheilung kostet nämlich eine kräftige Maschine zur Beurtheilung der Zug-, Druck-, Scheer-, Biegungs- und Drehungs-Elasticität und Festigkeit . . 15.000 fl.
Die weiteren Apparate zur Messung der Drehungen und Stauungen, der Durchbiegungen, Verdrehungen etc. beanspruchen noch weitere . 1.000 fl.
so dass sich die Anschaffungskosten für Apparate und Maschine auf 16.000 fl. belaufen würden.

Offenbar können nun diese Kosten gänzlich erspart werden, sobald man die Untersuchungen über die technischen Eigenschaften der Hölzer einem Professor überträgt, der sich bereits im Besitze dieser Maschine und ausserdem jener wissenschaftlichen Behelfe befindet, ohne welche auf einem

so schwierigem Gebiete Resultate von bleibendem Werthe nicht zu erwarten sind.

Was nun speciell die in vorliegendem Hefte niedergelegten Arbeiten betrifft, erscheint es nothwendig, zu bemerken, dass die Derbgehaltsuntersuchungen über Veranlassung der k. k. Staatsforstverwaltung in Ausführung gebracht wurden.

Die von Dr. Wilhelm Velten hier aufgenommene Arbeit: „Einwirkung der Temperatur auf die Keimkraft etc." ist in ihrer gegenwärtigen Form für unsere Mittheilungen nicht bestimmt gewesen. Wie aus seinen Worten (pag. 51) hervorgeht, beabsichtigte Velten diesen Gegenstand in einem forstlichen Fachjournale detaillirter wiederzugeben. Dieses Vorhaben gelangte in Folge des am 26. August d. J. bei der Besteigung des Spitzkogels nächst Lienz erfolgten jähen Todes dieses hochbegabten jungen Forschers leider nicht zur Ausführung. Mehrere weitere von ihm im Laufe dieses Jahres der Akademie der Wissenschaften in Wien vorgelegten Arbeiten, wie die „Einwirkung strömender Elektricität auf die Bewegung des Protoplasmas, auf den lebendigen und todten Zellinhalt, sowie auf materielle Theilchen überhaupt", „die physikalische Beschaffenheit des pflanzlichen Protoplasmas" u. dgl. m. wurden in unsere Publication nicht aufgenommen.

In Betreff der Herren Oberförster Wachtl und Dr. Moeller bemerke ich, dass Ersterer im Monat Mai, Letzterer im Monate November für das Versuchswesen gewonnen wurde.

Schliesslich erübrigt mir noch die angenehme Pflicht zu erfüllen, allen Jenen, welche bisher in hochherziger Weise das forstliche Versuchswesen gefördert haben, öffentlich zu danken.

Wien, December 1876.

v. Seckendorff.

Untersuchungen über den Festgehalt der Raummasse und das Gewicht des Holzes im frischgefällten Zustande.

Von

Dr. A. von Seckendorff.

(Mit Tafel I—XII.)

Literatur.

A. Selbstständige Werke.

Oettelt: Practischer Beweis, dass die Mathesis bey dem Forstwesen unentbehrliche Dienste thue. Eisenach. 1765. 1768. 1786.

Vierenklee: Mathematische Anfangsgründe der Arithmetik und Geometrie etc. Leipzig. 1767. 1797. 1822.

Gleditsch: Einleitung in die neuere, aus ihren eigentl. physikal.-ökon. Gründen hergeleit. Forstwissenschaft. 2. Band. Berlin. 1775.

v. Werneck: Vollständiger Forstcalender, etc. Breslau. 1777.

v. Burgsdorf: Beyträge zur Erweiterung der Forstwissenschaft durch Bekanntmachung eines Holz-Taxations-Instrumentes etc. Berlin und Leipzig. 1780.

Desselben: Forsthandbuch. Erster Theil. Berlin. 1812.

Jung: Versuch eines Lehrbuchs der Forstwissenschaft, etc. Mannheim. 1781. 1787.

C. W. H(ennert): Beyträge zur Forstwissenschaft aus der praktischen Geometrie. Leipzig. 1783.

Hennert: Anweisung zur Taxation der Forsten etc. Erster Theil. Berlin und Stettin. 1791. Zweite Auflage 1803.

Müllenkampf: Praktische Bemerkungen zur Forstwissenschaft etc. III. Heft. Frankfurt. 1785.

Däzel: Praktische Anleitung zur Forstwirthschaft, etc. München. 1786. 1788. 1793.

Trunk: Neues, vollständiges Forstlehrbuch, etc. Freyburg. 1788.

Cotta: Systematische Anleitung zur Taxation der Waldungen. Erste Abtheilung. Berlin. 1804.

Meyer: Forstdirektionslehre, etc. Würzburg. 1810.

Hossfeld: Niedere und höhere practische Stereometrie. Leipzig. 1812.

Pfeil: Vollständige Anleitung zur Behandlung, Benutzung und Schätzung der Forsten. Zweiter Band. Züllichau und Freistadt. 1821.

Zschokke: Der Gebirgs-Förster. Zweiter Theil. Aarau 1825.

Hartig (G. L.): Die Forstwissenschaft nach ihrem ganzen Umfange, etc. Berlin. 1831.

v. Wedekind: Anleitung zur Forstbetriebsregulirung und Holzertragsabschätzung. Darmstadt. 1834.

Hundeshagen: Encyclopädie der Forstwissenschaft. 2. Abtheilung: Forstliche Gewerbslehre. Tübingen. 1822. 1828. 1837.

Smalian: Beitrag zur Holzmesskunst. Stralsund. 1837.

Heyer (Carl): Die Waldertragsregelung. Leipzig. 1840. 1862.

Desselben: Anleitung zu forststatischen Untersuchungen, etc. Giessen. 1846.

Klauprecht: Die Holzmesskunst. Karlsruhe 1842. 1846.

Pernitzsch: Praktische Anweisung zur Anstellung von Versuchen etc. Frankfurt am Main. 1842.

Massentafeln zur Bestimmung der vorzüglichsten deutschen Waldbäume etc. Bearbeitet im Forst-Einrichtungsbureau des Kgl. bayerischen Finanzministeriums. München. 1846.

Hartig (Th.): Vergleichende Untersuchungen über den Ertrag der Rothbuche etc. Berlin. 1851.

Burckhardt: Hülfstafeln für Forsttaxatoren und zum forstwirthschaftlichen Gebrauch. Hannover. 1852. 1861. 1873.

Stahl: Massentafeln zur Bestimmung des Holzgehaltes stehender Bäume, etc. Berlin. 1852.

Desselben: Beiträge zur Holzertragskunde. Berlin. 1865.

Breymann: Tafeln für Forstingenieure und Taxatoren. Wien. 1859.

Desselben: Anleitung zur Holzmesskunst etc. Wien. 1868.

Draudt: Die Ermittlung der Holzmassen. Giessen. 1860.

Nördlinger: Die technischen Eigenschaften der Hölzer. Stuttgart 1860.

Püschel: Kurzgefasste Forst-Encyklopädie. Leipzig. 1860.

Kohli: Anleitung zur Abschätzung stehender Kiefern etc. Berlin. 1861.

Hartig (G. L.): Lehrbuch für Förster. Zehnte Auflage. 3. Band. Die Forsttaxation und Forst-Benutzung. Stuttgart. 1861.

Baur: Anleitung zur Aufnahme der Bäume und Bestände etc. Wien. 1861. 1875.

Albert: Betriebsregulirung. Wien. 1861.

Desselben: Lehrbuch der gerichtlichen Forstwissenschaft. Wien. 1864.

Grebe: Die Betriebs- und Ertrags-Regulirung der Forsten. Wien. 1867.

Judeich: Die Forsteinrichtung. Dresden 1871. 1874.

Grunert: Forstlehre. Hannover. 1871. 1876.

Pressler-Kunze: Die Holzmesskunst in ihrem ganzen Umfange. Berlin. 1873.

Hartig (R.): Das specifische Frisch- und Trockengewicht, der Wassergehalt und das Schwinden des Kiefernholzes. Berlin. 1874.

Wagener: Anleitung zur Regelung des Forstbetriebs etc. Berlin. 1875.

Schindler: Portefeuille für Forstwirthe, Taxatoren, Ingenieure, Oekonomen etc. Wien. 1872. 1876.

Langenbacher: Forstmathematik. Berlin. 1875.

Vorstehend sind blos die wichtigeren forstwissenschaftlichen Werke aufgenommen, die über diesen Gegenstand in den ihm gewidmeten Abschnitten handeln. Ausserdem enthalten zahlreiche Tabellen-Werke schätzenswerthe Angaben.

B. Zeitschriften.

Allgem. öconomisches Forst-Magazin. Hrsg. v. J. Fr. Stahl. 9. Bd. Frankfurt u. Leipzig. 1767.

Forst-Archiv. Hrsg. v. Moser. 7. Bd. Ulm. 1790.

Diana. Hrsg. v. Bechstein. 3. Bd. Gotha. 1805.

Kritische Blätter für Forst- und Jagdwissenschaft. Begr. v. Pfeil. Fortg. v. Nördlinger. 44. Bd. 2. Hft. 1862. 49. Bd. 1866—67. 50. Bd. 2. Hft. 1868. 52. Bd. 2. Hft. 1870. Leipzig.

Allgemeine Forst- und Jagdzeitung. Hrsg. v. Behlen. Jahrg. 1835, Nr. 48.

Dieselbe. Hrsg. v. Wedekind. 16. Jahrg. 1850.

Dieselbe. Hrsg. v. G. Heyer. 37. 45. Jahrg. Frankfurt a. M. 1861. 1869.

Neue Jahrbücher der Forstkunde. Hrsg. v. Wedekind. 5. Hft. Mainz. 1829. 32. Hft. Darmstadt. 1846.

Allgem. Jahrbücher der Forst- und Jagdkunde. Hrsg. v. Wedekind und Behlen. 3. Bd. 4. Hft. Gotha. 1835.

Tharander forstliches Jahrbuch. Hrsg. v. Judeich. 20. 22. 25. u. 26. Bd. Dresden. 1870—1876.

Vereinsschrift für Forst-, Jagd- und Naturkunde. Hrsg. v. böhm. Forstvereine. Redig. v. Schmidl. 1. und 3. Hft. 1873. 2. Hft. 1876. Prag.

Oesterreichische Vierteljahresschrift für Forstwesen. Hrsg. v. Grabner. I. Bd. 1851. II. Bd. 1852. Wien.

Dieselbe: Hrsg. v. österr. Reichsforstvereine. Redig. v. Altdorffer. XI. Bd. 1861. Red. v. Wessely. XIII. u. XIV. Bd. 1863—1864. Wien.

Oesterreichische Monatsschrift für Forstwesen. Hrsg. v. österr. Reichsforstvereine. Redig. v. Wessely. XXVI. Bd. Jahrg. 1876. Wien.

Verhandlungen der Forstwirthe für Mähren und Schlesien. Hrsg. v. Weeber. Jahrg. 1855. 1873—1876. Brünn.

Monatschrift für das Forst- und Jagdwesen. Hrsg. v. Baur. Jahrg. 1866. 1867. 1869—1876. Stuttgart.

Aus dem Walde. Hrsg. v. Burckhardt. VI. Hft. Hannover. 1875.

Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen, zugleich Organ für forstliches Versuchswesen. Hrsg. v. Danckelmann. 5.—8. Bd. Berlin. 1873—1876.

Jahrbuch der Preussischen Forst- und Jagd-Gesetzgebung und Verwaltung. Hrsg. v. Danckelmann. 8. Bd. Berlin. 1876.

Centralblatt für das gesammte Forstwesen. Redig. v. Micklitz und Hempel. Jahrg. 1875. 1876. Wien.

I. CAPITEL.

Untersuchungen über den Festgehalt der Raummasse.

I. Allgemeine Betrachtungen.

Die Untersuchungen über den Fest- oder Derbgehalt der Raummasse haben zum Zwecke die Ermittlung von Reductionsfactoren behufs Umwandlung der Raum- in Festmasse. Die so gewonnenen Reductionsfactoren werden Derbgehaltszahlen genannt. Sie drücken das Verhältniss aus, in welchem der räumliche Inhalt der Sortimentsmasse zum soliden Holzgehalt derselben steht.

Ihre Grösse ist von allen Factoren, die auf den Festgehalt influiren, abhängig. Wir können sie desshalb als Functionen der Form und Grösse der in Schicht- oder Sortimentsmasse eingelegten Holzstücke, der angenommenen Sortimentsgrenzen, der Holzart, Schichtungsart etc. ansehen.

Hierin ist es begründet, dass man die Untersuchungen über den Festgehalt der Raummasse auf die einzelnen Sortimentsmasse bei wechselnder Holzart und Scheitlänge auszudehnen hat. Man erhält dann für die einzelnen Holzarten und Scheitlängen geltende Sortimentsderbholzzahlen.

Da aber bei der Schichtung der gleichlangen, ein und derselben Holz- und Sortimentsart angehörigen Holzstücke nie ein constanter Dichtigkeitsgrad zu erreichen ist, kleinere Abweichungen innerhalb derselben demnach unvermeidlich sind, so werden die im Wege der Untersuchung gewonnenen Derbgehaltszahlen nicht etwa den concreten, sondern vielmehr den durchschnittlichen Festgehalt der einzelnen Raummasse angeben.

Hieraus folgt nun, dass die Derbgehaltszahlen Durchschnittswerthe sind. Ihre Anwendung zur Umwandlung von Raum- in Festmasse wird deshalb um so **zuverlässigere Resultate liefern, je grösser die Anzahl der Positionen ist, aus welchen sie gewonnen wurden und je bedeutender die Anzahl der Raummasse ist, auf welche diese Durchschnittszahlen angewendet werden.**

Untersuchungen über den Festgehalt der Raummasse können auf zweifache Weise angestellt werden. Einmal durch directe Ermittlung des Holzgehaltes der eingelegten Holzstücke; zum anderen auf indirectem Wege, wenn man nach irgend einem Verfahren die in einem Raummasse vorhandenen Zwischenräume ermittelt und die Grösse derselben vom räumlichen Inhalt des Sortimentsmasses in Abzug bringt.

Die directe Derbgehaltsermittlung kann nun ihrerseits wieder in dreifacher Weise statthaben. Man kann nämlich die Dimensionen der einzelnen Holzstücke mit irgend einem Massstabe ermitteln und den Inhalt derselben durch Zugrundelegung einer mathematischen Formel berechnen. Diese Methode ist als die stereometrische in der Literatur bekannt. Man kann aber auch den Holzgehalt der eingelegten Holzstücke mit Zuhilfenahme des bekannten physischen Gesetzes bestimmen, nach welchem: jeder unter Wasser getauchte Körper ein dem seinigen gleiches Volumen Wasser verdrängt und eben so viel an seinem Gewichte verliert, als das Gewicht des verdrängten Wassers beträgt. Demnach kann man

den Holzderbgehalt entweder nach dem Rauminhalte oder aber dem Gewichte des verdrängten Wassers ermitteln. Diese Inhaltsbestimmung ist unter dem Namen hydrostatisches Verfahren bekannt.

Endlich vermag man die Ermittlung des Derbgehaltes, gestützt auf den Satz, dass sich für ein und denselben Körper die Volumina verhalten wie die ihnen zugehörigen Gewichte, durch Zuhilfenahme der absoluten Holzgewichte vorzunehmen. In diesem Falle hätten wir es mit der Gewichtsmethode zu thun. Nach derselben findet man also das gesuchte Volumen V, wenn q das Gewicht eines Holzstückes, dessen Volumen man nach irgend einer Methode gleich v gefunden hat, indem man das Gesammtgewicht Q der zu untersuchenden Holzart ermittelt und die Proportion

$$q : Q = v : V$$

aufstellt.

Diese Methode der Derbgehaltsuntersuchung empfiehlt sich desshalb weniger, weil das Gewicht des Holzes je nach der Temperatur und dem Feuchtigkeitsgehalte der Luft, nach der Holz- und Sortimentsart, dem Holzalter, dem Standorte, den verschiedenen Fällungszeiten etc. etc. mehr oder weniger grossen Schwankungen unterworfen ist.

Hierauf hat schon Hossfeld in seiner „Niederen und höheren practischen Stereometrie. Leipzig 1812“ aufmerksam gemacht. Er sagt daselbst auf S. 32:

> „Diese Probe durchs Gewicht ist etwas unzuverlässig, oder muss wenigstens mit vieler Vorsicht geschehen, weil nicht nur die verschiedenen Holzarten, sondern auch junges und altes, im Lichten und Dunkeln, an Sommer- und Winterwänden, langsam oder schnell aufgewachsenes Holz von derselben Art, im grünen oder dürren Zustande gar sehr im specifischen Gewicht verschieden ist. Und wenn wir auch wirklich den Probeklotz von derselben Holzart, ja selbst von demselben Baume nehmen, so wiegt das Holz am Stammende schon ungleich mehr, als das am Schaft, und dieses mehr als das von Aesten. Man müsste daher Probeklötze vom Stammende, vom Schaft und von Aesten nehmen, diese ausmessen und wiegen, sodann das Holz einer Klafter sortiren, die Scheite vom Stammende, vom Schaft und von der Krone besonders wiegen und jede Sorte nach ihrem Probeholz auf ihren Holzinhalt besonders berechnen und am Ende den Holzinhalt aller Sorten addiren.“

Die Frage nach dem Derbgehalte der Raummasse ist keineswegs erst in neuester Zeit aufgetreten. Bereits im vorigen Jahrhundert finden wir in der forstlichen Literatur Mittheilungen über gemachte Derbgehaltsuntersuchungen.

Die ersten wurden wohl von Oettelt im Jahre 1765 angestellt. Er theilt uns dieselben in seinem Werke „Practischer Beweis, dass die Mathesis bei dem Forstwesen unentbehrliche Dienste thue. Eisenach 1765“ auf Seite 95 u. F. folgendermassen mit:

> „Fraget man, wie viel würklich cörperlicher Gehalt in einer Clafter stecke: so habe ich gefunden, dass in einer Clafter $3\frac{1}{2}$ schuhigter Scheite 108 bis 112 Cubicschuhe Holz sich befinden. Ich habe folgende Versuche gemacht, ich habe nemlich Stämme fällen und in Klözer schneiden lassen. Ich habe hierauf solche nach ihrem Cubicinhalt berechnet, und sie darauf durch ordentliche Holzhauer spalten, und in Claftern legen lassen. Da habe ich denn nach wiederholten Versuchen gefunden, dass man zu einer Clafter Scheite 108 bis 112 Cubicschuhe Holz nöthig

gehabt hat. Weil nun eine Clafter $3\frac{1}{2}$schuhigter Scheite, wenn ich sie als einen ganzen Cörper betrachten könnte, nach obiger Berechnung 126 Cubicschuhe Holz enthalten müste; man nach angestellten Versuchen aber gefunden hat, dass zu einer solchen Clafter, (welche ohngefahr 150 Scheite) nicht mehr als 108 bis 112 Cubicschuhe Holz nöthig gewesen ist: so folget, dass in einer Clafter 14 bis 18 Schuhe für die Zwischenräume abgehen. Dass aber in der einen Clafter Holz immer etliche Schuhe mehr auf die Zwischenräume gerechnet werden müssen, als in einer andern, macht fürnemlich die Beschaffenheit der Scheite, aus welchen die Clafter bestehet. Je kleiner die Scheite sind, je mehr gehören derselben auf eine Clafter. Je mehr Scheite zu einer Clafter nöthig sind, je mehr müssen in einer Clafter Zwischenräumen entstehen, und folglich je mehr auf solche gerechnet werden muss. Je grösser hingegen die Scheite sind, je weniger bekomme ich Zwischenräume. Und dies ist die Ursache, warum man findet, dass zu einer Clafter bald 108, bald 110 auch wol 112 Cubicschuhe Holz genommen werden. Will ich nun die Frage beantworten: wie viel Cubicschuh Holz gehören zu einer Clafter viertehalbschuhigter Scheite? so kann man, um etwas gewisses zu bestimmen, das Mittel zwischen 108 und 112 nehmen, und die Summe 110 zum Grunde setzen, also, dass man dies zur Regel fest setzet: Eine Clafter viertehalbschuhigter Scheite enthält 110 Cubicschuhe Holz. Aus obigem aber erhellet, dass in einer solchen Clafter 16 Cubicschuhe für die Zwischenräume abgehen; Ferner, dass, je grösser die Scheite sind, aus welchen eine Clafter bestehet, je mehr sie Holz enthalte.

Weis ich, wie viel ich auf die Zwischenräume in einer Clafter von $3\frac{1}{2}$schuhigten Scheiten rechnen kann, so kann ich dasjenige bald finden, was ich auf die Zwischenräume in einer Clafter von vierschuhigten Scheiten zu rechnen habe. Ich finde nemlich solches durch folgende Rechnung:

126 giebt 16, was giebt 144

```
 144
  16
----
 864
144
----
2304
```

```
    2(3    |
    0 8    |
  1 1 4(6  |         9)     2)
  2 3 0 4  |  18 36/126 | 4/14 | 2/7
  1 2 6 6  |
    1 2
```

Es machen also die Zwischenräume in einer Clafter vierschuhigter Scheite $18\frac{6}{21}$ Cubicschuh aus; folglich bleibt einer solchen Clafter $125\frac{15}{21}$ Cubicschuhe Holz. Diese $125\frac{15}{21}$ Cubicschuhe machen also den cörperlichen Innhalt einer Clafter von vierschuhigten Scheiten aus.

Weis ich, wie viel Cubicschuh Holz ich zu einer Clafter nöthig habe; weis ich, zu einer Clafter viertehalbschuhigter Scheite gehören 110 Cubicschuhe Holz, so kann ich leicht alle Baustämme, Blöche und andere Stücke von Werkhölzern in Claftern reduciren.“

Wie aus dem Vorstehenden folgt, hat sich Oettelt bei seinen Untersuchungen der directen Methode bedient.

Die indirecte Methode behufs Aufsuchung des Derbgehaltes der Raummasse wurde zuerst von Hennert 1782 und dann von Müllenkampf im Jahre 1785 in Anwendung gebracht. Hennert wählte zur Ermittlung der Zwischenräume das Wasser, Müllenkampf trockenen Sand.

In seiner 1791 zu Berlin erschienenen „Anweisung zur Taxation der Forste“ beschreibt uns Hennert auf Seite 214—216 seine Versuche folgendermassen:

„Im Monath September 1782 liess ich in den unter meiner Aufsicht stehenden Buechenwald zu Rheinsberg, der Borbero genannt, zwey Kasten von starken zweyzölligen Brettern machen, selbige mit Leisten und eisernen Eckbändern versehen, die Bretter aber spunden. Im Lichten war der Boden des einen Kastens 6 Fuss lang, 6 Fuss breit und 3 Fuss hoch. Der Boden des zweyten Kastens war 3 Fuss breit, 12 Fuss lang, und ebenfalls 3 Fuss hoch. Beyde waren auf gleiche Art tüchtig verfertiget, so dass ihr Kubikinhalt im Lichten 108 Kubikfuss, oder dem Inhalt einer Klafter Brennholz von 6 Fuss lang und hoch, und 3füssige Klobenlänge oder von 3 Fuss hoch 12 Fuss lang und 3füssigen Klobenlänge gleich waren. Hierauf liess ich eine starke Rothbueche fällen, und sie zu 3füssigen Kloben schneiden, hernach aber spalten. Eben dieses that ich auch mit einer Klafter Knüppel- oder Zopfholz von Buechen; dieses Holz wurde auch zu 3 Fuss Länge mit der Säge geschnitten, und beyde Klaftern auf einem ganz horizontalen Platz lothrecht in Klaftern aufgesetzt.

Nachdem dieses geschehen, wurde das Holz in die Kasten gesetzet, so dass die Kloben in Scheite senkrecht an denen Wänden in die Höhe standen. Die Kloben wurden in dem Kasten, dessen Länge und Breite 6 Fuss war, die Knüppel aber in den andern von 3 Fuss Breite, 12 Fuss Länge, so dichte als möglich gesetzet, so dass sie den ganzen Kasten ausfüllten.

Es fanden sich in dem Kasten, worinn die Klafter Klobenholz stand 84 Kloben, und in dem zweyten an Knüppelholz 160 Stück. Als der Kasten voll war, wurde successive in beyde Kasten auf die Kloben und Knüppel Wasser gegossen, und damit so lange kontinuiret, bis es etwa 6 Zoll noch von dem Ende der Kloben stand. Weil man befürchten musste, dass das Wasser die Kloben und Knüppel in die Höhe heben könnte, so wurden beyde Kasten mit einem genau passenden Deckel, der die obere Fläche der Holzkloben berührte, und in welchem Löcher von 5 bis 6 Zoll im Quadrat geschnitten waren, zugedecket. Verschiedene Personen mussten auf den Deckel treten, so dass sie durch ihre Schwere wenn die Kloben, durch das Wasser in die Höhe getrieben werden sollten, selbige herunterdrücken konnten. Das übrige Wasser wurde durch die Oefnung des Deckels so lange nachgegossen, bis es in die Löcher des Deckels in die Höhe trat; worauf der Deckel abgenommen wurde. Die Kloben und Scheite hatten sich nicht durch das Wasser gehoben, und so viel man sehen konnte, waren alle Zwischenräume der Klaftern voll Wasser. Hierauf wurden die Kloben und Knüppel eine nach der andern behutsam aus dem Wasser gezogen, und bey Seite geleget. Nachdem alles Holz herausgeworfen, so mass ich mit einem rheinländischen in 12 Zoll und Linien getheilten Fussmaass, das in dem Kasten zurückgebliebene Wasser und fand, dass die Höhe desselben in dem Kasten, worinn die Kloben waren, $12^1/_4$ Zoll hoch stand. In dem Kasten aber, worinn sich die Knüppel befanden, stand das Wasser $17\frac{1}{2}$ Zoll hoch. Hierauf wurden die Versuche, nachdem das Wasser aus

dem Kasten gegossen, wiederholet und zwar mit Verwechselung der Kasten. Die Kloben wurden in den Kasten von 3 Fuss Breite und 12 Fuss Länge gesetzet, und die Knüppel in den Kasten von 6 Fuss Länge und Breite.

Nachdem die Operation, wie vorher gesaget, wiederholet, befand sich die Wasserhöhe in beyden Kasten etwas geringer, und beynahe 12 Zoll bei den Kloben, und $17\frac{1}{4}$ bey den Knüppeln. Mehrere Versuche konnte ich nicht anstellen, weil bey aller angewandten Vorsicht das Wasser entsetzlich gegen die Bretter drückte, und die Kasten zu laufen anfingen, welches jedoch im zweyten Versuch noch keine Veränderung gemacht haben kann, weil bey dem geringsten Merkmal des Durchlaufens die Ritzen sogleich mit Moos verstopfet wurden. Mit diesem Versuche in Klobenholz stimmet die Berechnung des Herrn von Burgsdorf, und alles dieses zeuget, dass man, ohne merklich zu fehlen, $\frac{1}{3}$ Zwischenraum in den Kloben Klaftern rechnen kann. Es ist aber bei solchen Versuchen auf die Anzahl Kloben Rücksicht zu nehmen, niemals aus der Acht gelassen werden, weil die Zwischenräume mit der Anzahl der Kloben zunehmen. Ich habe, um diesen Zuwachs auszumitteln, viele Versuche angestellet, welche hier aber anzuführen nicht der Ort seyn würde. Bey Eichen und Holz vom krummen Wuchs können die Zwischenräume sicher mehr als $\frac{1}{3}$ betragen. Nach obigem Resultate also würden die Zwischenräume einer Klafter Kloben von 108 Fuss, 36 Kubikfuss betragen. Das Verhältniss des kiehnen Zackholzes gegen das Stammholz wird man aus folgenden Proben, welche der Herr von Burgsdorf bey der Detaxation der Oranienburger Forst gemacht hat, ersehen:

41	Klafter	Kloben	—	4	Klaft.	Zack- o.	Zopfh.
$22\frac{1}{4}$	"	"		$2\frac{3}{4}$	"	"	"
$12\frac{1}{4}$	"	"		$2\frac{1}{4}$	"	"	"
$33\frac{2}{3}$	"	"		3	"	"	"
$18\frac{1}{2}$	"	"		3	"	"	"
$8\frac{1}{6}$	"	"		$1\frac{5}{6}$	"	"	"
$135\frac{5}{6}$	Kl.	haben gegeben		$16\frac{5}{6}$	Klaft.	ohngf. $\frac{1}{8}$.	

Nachdem wir leider Müllenkampf's „Practische Bemerkungen zur Forstwissenschaft“ nirgends aufzutreiben vermochten, sehen wir uns genöthigt, einen anderen Schriftsteller über die Müllenkampf'schen Versuche citiren zu müssen. In einer in Moser's „Forst-Archiv“ 7. Band, Ulm 1790 auf Seite 100 niedergelegten Abhandlung, betitelt: „Von dem Gehalt einer Klafter an wirklichem Holz, und an leeren Zwischenräumen“, gibt uns „F. W. König“ ein klares Bild der von Müllenkampf eingeschlagenen Methode. Er sagt daselbst:

„Man kann nach der in gedachten „practischen Bemerkungen“ S. 27, §. 8, gegebenen Anleitung, sich einen Kasten von Bretter neben dem Umfang seines bestimmten Klaftermasses verfertigen lassen. Diesen Kasten legt man mit Scheuten aus, und die leer gebliebenen Zwischenräume jeder Scheutlage muss feiner Sand ausfüllen. Während und nach dem Ausfüllen wird an den Aussen Seiten gerüttelt und geklopft um den lockeren Sand sich setzen zu machen, und immer wieder, so viel nöthig, nachschütten zu können — eine Cautel, die sich beim Versuch selbst hinlänglich rechtfertigen wird. Was nun an Sand,

körperlich berechnet, in dem Kasten ist, zeigt den Holz-Verlust durch den leeren Raum an, und diesen Belauf darf man also zur Bestimmung der in der Klafter enthaltenen körperlichen Holzmasse von dem kubischen Klaftermass nur abziehen. Der Verfasser setzt zwar noch hinzu: da es aber kleine, mittlere und starke Scheute giebt, so stelle man damit dreyerley Versuche an, und nehme aus allen Resultaten die mittlere Proportional-Grösse."

Die erste Anwendung des Wassers zum Zwecke der directen Festgehaltsermittlung fällt in das Jahr 1812. [1]) Dieselbe ging von Hossfeld aus. In dem früher erwähnten Werke über „Niedere und höhere. Stereometrie" sagt er auf Seite 33:

„Man fülle einen prismatischen wohl verpichten Kasten erst ganz voll Wasser, und schöpfe ihn wieder beynahe halb leer, damit sich die Risse und Furchen am obern Theil des Kastens mehr zuschliessen; berechne zugleich die oberste Fläche des Wassers, welche Wasserspiegel heisst, und bemerke durch ein Zeichen am Rande des Kastens die jetzige Höhe des Wasserspiegels; sodann mache man eine Holz- oder Wellenschicht über den ganzen Wasserspiegel her, und eine zweyte Schicht über die erste nach einer durchkreuzenden Richtung. Zuletzt lege man noch zwey Scheite nach einer durchkreuzenden Richtung auf die letzte Schicht, und eine ganz ebene Platte oben drauf; beschwere die obere Platte mit Steinen, bis das Holz genöthiget wird, ganz unter die Wasserfläche zu treten und die Platte den Wasserspiegel beynahe berührt, wobey man die Steine so legt und verrückt, dass die Platte eine parallele Lage mit dem Wasserspiegel hat. Endlich bringt man durch leichte Gewichte die Platte, welche vorher unten mit Oel oder Fett bestrichen worden ist, zur gänzlichen Berührung, bemerkt jetzt die Höhe des Wasserspiegels ebenfalls durch ein Zeichen am Rande des Kastens, nimmt nun wieder die Gewichte ab, wirft das Holz wieder heraus und misst nun jetzt den vertikalen Abstand der beyden Zeichen, welcher Abstand desto leichter gemessen werden kann, wenn man an einer innern Seitenwand des Kastens eine vertikale Linie gezogen und die Zeichen in diese Linie gemacht hat. Multiplicirt man nun die Fläche des Wasserspiegels mit dem vertikalen Abstand der gemachten Zeichen, so erhält man den körperlichen Inhalt des untergetauchten Holzes; weil diess Holz den Kasten um so viel höher gefüllt hatte.

Man thut nur allzeit so viel Holz im Kasten, als darin auf die erzählte Art zum Untertauchen Platz hat, und als sich mit nicht allzugrosser Mühe untertauchen

[1]) Nicht uninteressant ist es, dass Belidor in seiner „Architectura Hydraulica, aus dem Frantzösischen ins Teutsche übersetzet von Christian Wolffen. Augspurg 1740" bereits die hydrostatische Methode zur Berechnung der Inhalte irregulärer Körper empfiehlt. Er sagt hierüber im §. 626:

„Auf was Art der Cörperliche Innhalt irregulärer Cörper zu erforschen, wenn man sie ins Wasser eintaucht."

„Wenn man einmahlen weiss, wie viel ein Cörper an Schwehre im Wasser verliehret, oder wie schwehr also diejenige Wasser-Grösse ist, derer Raum er im Wasser einnimmt, so hat es alsdann keine Schwürigkeit mehr, den Cörperlichen Innhalt dieses Cörpers zu finden, er mag so irregular seyn wie er will: Weilen beständig zwischen der Schwehre eines Cubic-Schuh Wassers und der Anzahl derer in einem Cubic-Schuh enthaltenen Zolle, die nehmliche Verhältniss angetroffen werden muss, die zwischen der Schwehre desjenigen Wassers, dessen Stelle der Cörper einnehmen kan, und derjenigen Anzahl Zolle, die die Menge dieses gedachten Wassers ausdrucken sollen, enthalten ist."

lässt. Soll man daher den wahren Holzinhalt einer ganzen Klafter untersuchen, so macht man aus derselben mehrere kleine Haufen, welche zum Untertauchen leicht gebracht werden können, berechnet jeden Haufen besonders und addirt ihren Inhalt."

Die im Jahre 1822 von Hundeshagen in seiner „Encyklopädie der Forstwissenschaft" vorgeschlagene Methode der Derbgehaltsermittlung mit Zuhilfenahme des Wassers läuft im Wesentlichen auf das Hennert'sche Princip hinaus. Dieses erhellt aus den im §. 627 des obgenannten Werkes niedergelegten Bemerkungen:

„Schärfere Resultate werden erlangt, wenn man ein, wo möglich zylinderförmiges, Gefäss (z. B. aufrecht gestelltes, oben offenes Fass), mittelst stufenweiser Einfüllung von gewissen Kubikräumen Wasser so abgleicht oder tarirt, dass man durch seitwärts, oder auch an einem besondern Visirstab angebrachte Zeichen, aus dem Wasserstande im Gefässe sogleich auf den Kubikraum zu schliessen im Stande ist, den das Wasser einnimmt. Man füllt das Gefäss hierauf mit jenen unregelmässigen Holzkörpern so fest, dass diese sich nicht heben können und giesst alsdann alle dazwischen bleibende Räume bis zum Rande des Gefässes mit Wasser aus. Nachdem man erst eine kleine Einsaugung abgewartet und diesen Wasserabgang nachgefüllt hat, wird das Holz schnell, aber mit möglichster Vorsicht, damit das abtröpfelnde wieder ins Gefäss zurückfällt, herausgenommen, und nun aus dem Unterschiede, der sich zwischen dem ganzen Wassergehalte des Gefässes und des zuletzt übrig bleibenden Theils desselben ergiebt, der wahre Holzmassenbetrag gefunden."

Dagegen wurde die hydrostatische Methode im Jahre 1835 durch Egger nicht unbedeutend gefördert, durch Construction eines neuen Wasserapparates „Wellenmesser" genannt. Beschrieben hat ihn Egger im 4. Heft des 3. Bandes der „Allgemeinen Jahrbücher der Forst- und Jagdkunde v. J. 1835" herausgegeben von Wedekind und Behlen.

Wir lesen daselbst auf pag. 1 u. F.

„Man lasse sich einen viereckigen hölzernen Kasten machen, der im Innern auf jeder Seite genau $1\frac{1}{2}$ Fuss misst, bei 5 Fuss hoch ist, und übrigens unten, wo er auf den Boden senkrecht gestellt wird, geschlossen, oben aber geöffnet ist. Der Kasten soll unten, damit er feststeht, ein kleines Postement haben, und dessen Seitenwände sollen aus $1\frac{1}{4}$ bis $1\frac{1}{2}$ Zoll dicken Läden bestehen, die weder Aeste noch Risse haben, und übrigens gut sind, damit er das in ihn gegossene Wasser bei sich behält, und sich nicht wirft, sohin die oben beschriebenen Dimensionen stets strenge einhält.

Hiernach verfertige man sich mit Huelfe des Maasstabes eine Scale, und befestige dieselbe im Innern des Kastens in der Art, dass ihr 0 Punkt mehr denn $3\frac{1}{2}$ Fuss, z. B. 37 bis 38 Dezimalzolle ober den Boden und ihre Länge senkrecht auf diesen, sohin parallel mit den Ecken des Kastens zu stehen kömmt. Bemerkt wird, dass die Scale auf der nämlichen Stelle im Kasten, und sogleich, auf das Holz desselben gezeichnet werden kann, in welchem Zustande sie sich länger und besser, als in dem vorbeschriebenen erhalten wird.

Nun bohre man durch den 0 Punkt und die Seitenwand des Kastens ein kleines Loch, und richte in dieses ein Zäpfchen, welches leicht ausgezogen und wieder eingeschoben werden kann, und in letzterem Zustand jeden Austritt des Wassers aus dem Kasten durch das Loch hindert.

Wird nun der Kasten genau bis zu dem 0 Punkt mit Wasser gefüllt, sodann das Zäpfchen eingeschoben und endlich eine Welle in den Kasten untergetaucht, so erhebt sich auch das Wasser in diesem über den Nullpunkt, und es ist die Masse desselben $= M$ ober diesem Punkte gleich dem Raume R, den das Holz in der Welle einnimmt, weniger der in diese eingedrungenen Wassermenge E, und sohin

$M = R - E$ oder auch
die Welle $R = M + E$.

Nun können aber die Grössen M und E sogleich auf der Scale abgelesen werden, und zwar erstere während der Untersuchung, letztere aber nach dem Auszuge der Welle aus dem Kasten, weil in diesem Falle das Wasser unter den Nullpunkt zurücksinkt, und der Raum ober dem Wasser bis zu dem Nullpunkte, der durch die Welle mitgenommenen Wassermenge gleichgesetzt werden kann. Steigt das Wasser durch die Untertauchung einer Welle bis zu 0·74 auf der Scale und fällt dasselbe nach dem Auszuge derselben auf 0·09, so hält auch die Welle 0·74 + 0·09 = 0·83 Kubikfusse.

Besser ist es die Untertauchung der Welle doppelt vorzunehmen, und sich an das Resultat der zweiten zu halten, da das Wasser bei dieser nur mehr in geringer Menge in die Welle dringen, von den Aussenseiten der Holztheile derselben nach dem Auszuge mehr abrinnen, und sohin auch die Zurücksinkung desselben unter den 0 Punkt nunmehr höchst unbedeutend sein wird. Dass aber der kubische Inhalt in dem Kasten gleich abgelesen werden kann, gründet sich auf Folgendes:

Es betrage die Höhe des Kastens ober dem 0 Punkt noch 1 Fuss, so hält auch der Raum, der sich ober diesem Punkte befindet gleich:
$1·5 \times 1·5 \times 1 = 2·25$ Cubikfusse, weil neben der erwähnten Höhe jede Seitenwand des Kastens im Innern $1\frac{1}{2}$ Fuss Breite hat.

Wird nun der Raum ober dem 0 Punkt in 225 gleiche Theile getheilt, so hält jeder derselben 0·01 Cubikfusse.

Dieser Wellenmesser ist aber nicht an die Form eines Kastens gebunden, sondern derselbe könnte auch die eines hohlen Cilinders haben, in welchem Falle aber die Scale eine andere den gewählten Dimensionen des Cilinders anpassende Eintheilung erhalten müsste.

Wäre die Form des Kastens indess aber zur Breite der Seitenwände desselben im Innern nur 13 Dezimalzolle gewählt worden, so hielte der Raum ober dem Nullpunkt bei 1 Fuss Höhe $= 1·3 \times 1·3 \times 1 = 1·69$ Cubikfusse.

Würde nun diese Höhe in 169 Theile getheilt, so würde auch jeder Theil derselben 0·01 Cubikfusse anzeigen, wornach die Scale einzurichten wäre.

Uebrigens kann dieser Kasten oder Cilinder nicht nur zur Erforschung des Cubik-Gehaltes der Wellen, sondern auch der Prügel und Scheiter etc. angewendet werden, in welchem Falle ihm aber eine grössere Form, als hier beschrieben ist,

zu geben wäre, um ihn auch zur Messung des starken Prügelholzes gebrauchen zu können.

Wäre die Form eines Zilinders in der Art gewählt worden, dass derselbe im Innern zum Durchmesser 20 Dezimalzolle, zur Höhe aber 1 Fuss ober dem 0 Punkte hätte, so hielte auch der Raum ober diesem Punkte $= D^2 H\pi =$ $20 \times 20 \times 0{\cdot}785 \times 1 = 3{\cdot}14$ Cubikfusse, wenn ferner π die bekannt ständige Verhältnisszahl des Durchmessers zur Peripherie, H aber die Höhe des Zilinders ober dem 0 Punkte ausdrückt. Würde nun die Höhe in 314 Theile getheilt, so würde auch jeder derselben 0·01 Cubikfusse anzeigen, und hienach die Scale verzeichnet werden können.

Hienach ergibt sich jedesmahl die Scale dadurch, wenn nämlich die Höhe des Raumes ober dem 0 Punkt, in dem Kasten oder Zilinder in eben so viele Theilchen (Hunderttheilchen des Cubikfusses) getheilt wird, als dieser Raum Hunderttheilchen des Cubikfusses wirklich hält."

Von wesentlichem Einfluss auf die Entwicklung der Untersuchungen über den Festgehalt der Raummasse war das Jahr 1846, indem es uns zwei nach verschiedenen Systemen construirte Wasserapparate, den einen von Reissig, den andern durch Carl Heyer bringt, auf die sich fast alle bis in die neueste Zeit in Verwendung gebrachten Xylometer zurückführen lassen. Auch taucht in diesem Jahre zum ersten Male der Name Xylometer auf, welchen Namen Reissig für seinen in Wedekind's „Neuen Jahrbüchern der Forstkunde" 32. Heft, S. 9—22 veröffentlichten und von ihm im Jahre 1837 construirten Wasserapparat empfiehlt.

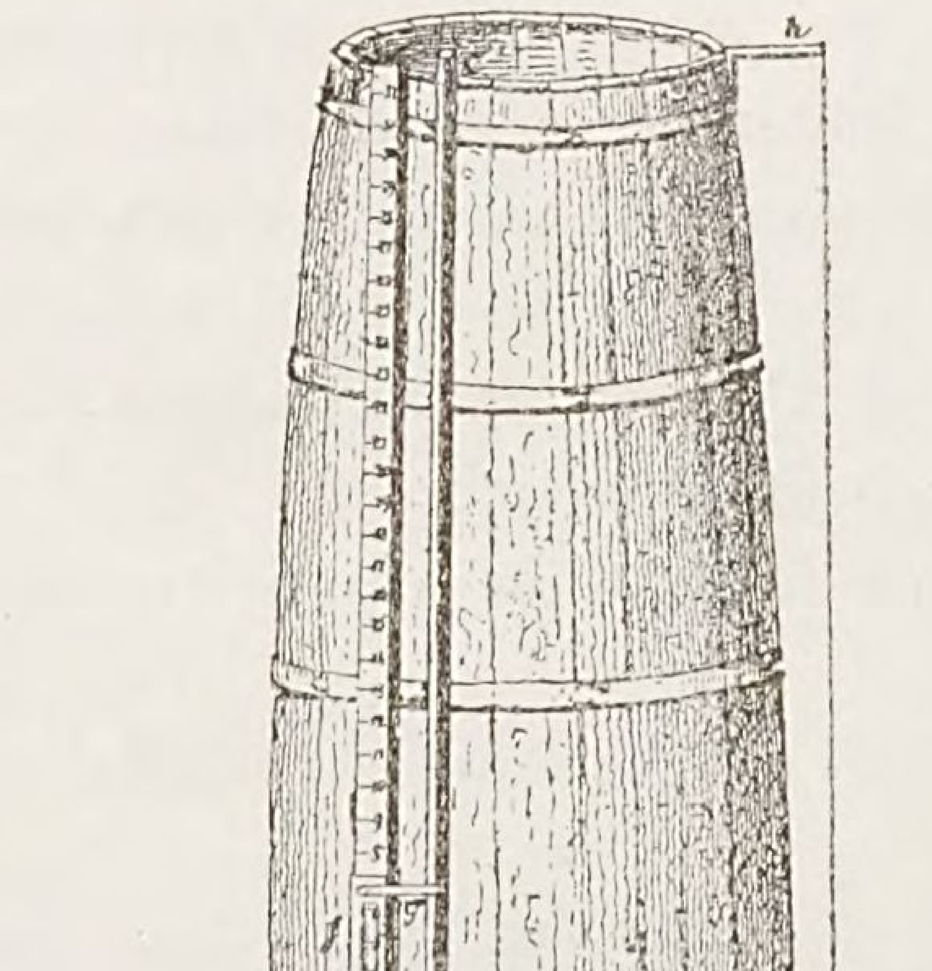


Fig. 1.

Wir entnehmen dem interessanten Reissig'schen Artikel die nachstehenden Daten:

„Das Gefäss hat 11·5" Durchmesser und eine, die gebräuchliche Scheidlänge (= 5') um 6" übertreffende Höhe. Im Wesentlichen ist es wie ein gewöhnliches Fass zusammengesetzt, nur sind auf der oberen Hälfte die einzelnen Dauben mittelst eingelassener runder Zapfen (Diebel) mit einander noch besonders verbunden und in der Mitte dicker als an beiden Enden, um dem Innern des Gefässes eine mehr cylindrische Form zu geben. Bei *h* und *i* sind rechtwinklich abstehende Aermchen von Eisen befestigt. Ersteres hat eine feine runde Oeffnung, in der die Senkelschnur befestigt ist; auf letzterem ist ein Punkt angegeben, auf welchen die Spitze des Senkels einspielt, wenn das Gefäss die gehörige Stellung hat. Die 6‴ weite Glasröhre *b c* wird am oberen Ende durch einen schmalen Ring festgehalten. Unten ist sie in den nach innen durchbohrten Zapfen *a* luftdicht eingesteckt und communicirt so mit dem Innern des Gefässes. Mit ihr gleichlaufend ist der Maassstab *d e* befestigt. Er trägt die seiner Länge nach verschiebbare Vorrichtung *f*, an welcher das gerade, scharfkantige Aermchen *g* so befestigt ist, dass es, wenn jene verschoben wird, die Glasröhre fortwährend

tangirt. Mit seiner Hülfe kann die Vorrichtung *f* auf jeden gegebenen Wasserstand eingestellt und der diesem entsprechende Rauminhalt auf der Eintheilung des Maassstabes entnommen werden.

Die Eintheilung auf dem Maassstabe *d e*, von der die Richtigkeit und Schärfe der Ausmessungen wesentlich mit abhängen, muss mit Sorgfalt gemacht werden. Dazu empfiehlt sich folgendes Verfahren.

Nachdem der Apparat mit Hülfe der Keile und des Senkels in die gehörige Stellung gebracht, die Vorrichtung *f* auf den Anfangspunkt (Null) der zu machenden Eintheilung, das Aermchen *g* mithin bis zum unteren Ende der Glasröhre herabgeführt und, dem gleichstehend, Wasser eingefüllt worden ist, giesst man mit Hülfe eines zu dem Ende sehr genau abgemessenen Gefässes gleiche Portionen Wassers (100, 200 oder 300 Cubikzolle) so oft ein, bis der Apparat angefüllt ist. Dabei wird die nach jeder Entleerung des Gefässes eingetretene Wasserhöhe mittelst der Vorrichtung *f* auf dem Maassstabe mit einem Theilstriche bezeichnet, wodurch eine Scala sich ergiebt für die Rauminhalte von 100, 200, 300 etc. Kubikzolle. Zu grösserer Zuverlässigkeit ist es gut, dieses Verfahren ein- oder zweimal mit gleicher Sorgfalt zu wiederholen und nur bei hinlänglicher Uebereinstimmung die Theilstriche definitiv zu bezeichnen.

Die weitere Ausfüllung der Scala innerhalb der Intervallen von je 100 Kubikzollen, geschieht mit Hülfe eines 10 C. Z. haltenden Glases, welches gleich dem vorherigen fortgesetzt entleert und so von Null anfangend eine Scala für je 10, 20 etc. Kubikzolle gebildet wird.

Man sieht leicht, dass die nach je 10 oder 20 Entleerungen des Glases entstehenden Theilstriche mit denjenigen zusammenfallen müssen, welche mit Hülfe der Flasche bestimmt worden sind, dass man daher an der oder den Intervallen, wo eine solche Uebereinstimmung nicht stattfindet, die erwähnte Interpolation zu wiederholen hat.

Auf ganz ähnliche Weise wird bei der nun folgenden weiteren Ausfüllung der Scala, nämlich zur Herstellung der Theilstriche für je 1 Kubikzoll (= 0·001 K. F.) verfahren; wobei man sich eines dem letzterwähnten ähnlichen Gläschens, 1 Kubikzoll enthaltend, bedient. Bei einem Apparate von 10—12″ Durchmesser, werden die Intervallen je 0·001 K. F., d. h. die Differenzen der Wasserstandshöhen schon so klein, dass man die weitere Eintheilung auf geometrischem Wege bewerkstelligen darf.

Nach demjenigen, was schon oben angeführt worden ist, wird das so sehr einfache Verfahren, feste etc. Körper, namentlich Holzstücke etc. mit Hülfe des Apparats ihrem Kubikinhalte nach zu bestimmen, im Wesentlichen kaum einer besonderen Erläuterung bedürfen. Es wird hier wie dort, der Kubikinhalt einer vorher eingebrachten Wassermasse, mittelst der Vorrichtung *f* an der Scala bestimmt, der zu messende feste Körper untergetaucht und der um ihn vermehrte Rauminhalt ebenso ermittelt. Ersterer Rauminhalt von dem letzteren abgezogen, giebt den des eingetauchten Körpers.

Gesetzt, der Wasserstand an der Scala hätte ergeben:

a) vor dem Eintauchen des festen Körpers	= 3·0385 K. F.
b) nach demselben	= 3·7594 „ „
so wäre der Rauminhalt des Körpers	= 0·7209 K. F.

Bei dem Eintauchen fester Körper von einiger Länge (z. B. 5' langen Scheidern, Prügel etc.) ereignet es sich manchmal, dass das vorher eingebrachte Wasser nicht anreicht, um den Körper vollständig zu überdecken, oder dass dessen zu viel eingebracht worden ist und überströmen würde, wenn man den Körper ohne Weiteres ganz eintauchen wollte. Man hat daher im ersteren Falle noch mehreres Wasser einzugiessen, im anderen das überflüssige durch den Krahnen *k* abzulassen.

Da aber durch das nachträgliche Hinzugiessen oder Ablassen, die betreffenden anfänglichen Rauminhalte des Wassers sich verändern; so muss sowohl das eingegossene wie das abgelassene Wasser genau gemessen und mit den resp. Zeichen — oder + in Rechnung gebracht werden. Dieses Abmessen geschieht mit Hülfe eines der Apparate.

Hätten in dem vorstehenden Beispiele zu dem anfänglich vorhandenen Wasser (= 3·0389 Kubikfuss) noch 0·2200 Kubikfuss hinzugegossen werden müssen, um den Körper ganz unter Wasser zu bringen, so würde der gesuchte Kubikinhalt = 0·7209 — 0·2200 = 0·5009 Kubikfuss betragen haben; während anderen Falls, wenn z. B. 0·4220 Kubikfuss Wasser abgelassen worden wären, der gesuchte Rauminhalt = 0·7209 + 0·4220 = 1·1429 Kubikfuss sich herausgestellt hätte.

Theilt man die Scala *d e* in willkührlich kleine gleiche Theile ein und bringt man an dem dazu bestimmten Ausschnitte in der Oberfläche von *f* einen Nonius an, der bis zu Hunderttheile der Einheit der Scala angeben kann, dann lassen sich alle vorkommende Wasserstandshöhen mit grösster Schärfe in Zahlen ausdrücken.

Hat man nun noch eine Tabelle, aus welcher die, diesen Zahlen entsprechenden Rauminhalte entnommen werden können; so befindet man sich im Stande, die Höhe und daraus den Rauminhalt jeder gegebenen Wassermasse, sehr genau zu bestimmen.

Die Tabelle erhält man auf folgende Weise. Zunächst werden auf dem schon oben erwähnten Wege, die Intervallen von 100 zu 100 Kubikzollen bestimmt und die Zahlen notirt, welche dem betreffenden Wasserhöhenstande entsprechen.

Dann lässt man an dem Apparate unten einen kleinen Krahnen anbringen, durch welchen sein Inhalt abgelassen werden kann und stellt das ganze so auf, dass der Ausfluss dieses Krahnens unmittelbar in den grösseren Apparat sich ergiesst, für welchen die gewünschte Tabelle hergestellt werden soll.

Ist der Wasserstand in letzteren auf dem Nullpunkte, die Vorrichtung *f* genau auf 1 der Scala eingestellt, so wird man durch den vorerwähnten Krahnen so viel Wasser einfliessen lassen, als nöthig ist, um die, dem Stande von *f* resp. *g* entsprechende Höhe zu bekommen. Die Scala an dem Apparate giebt den Inhalt des eingelassenen Wassers an, welches der Stellung von g entspricht und neben der Zahl 1 in die Tabelle eingetragen wird.

Rückt man nun *f* auf 2 der Theilung und lässt weiter so viel Wasser zu, bis dessen Höhe dieser Stellung entspricht, so kann man den Rauminhalt des weiter erforderlich gewesenen Wassers an der Scala des kleinen Apparats ersehen, ihn den für 1 gefundenen hinzufügen und diese Summe neben 2 der Tabelle eintragen. So fortgefahren ergeben sich für alle die kleinsten Theilstriche auf der Scala, auch die correspondirenden Rauminhalte.

Damit aber fast unvermeidliche kleine Fehler sich nicht fortpflanzen oder keine erhebliche unterlaufen, müssen die gleich anfänglich gesuchten Zahlen für 100, 200 etc. Cubikzolle, als Controlle, und zwar in der Art benutzt werden, dass nach jeden, nach und nach eingelassenen 100 Cubikzollen Wasser, der Krahnen geschlossen und mittelst *f* untersucht wird, ob der Wasserstand auch genau mit dem im Voraus bestimmten übereinstimmt. Finden sich hierbei Differenzen, so wird die Arbeit von dem nächst vorhergehenden festen Punkte an wiederholt.

Die nun noch übrige Bestimmung der den einzelnen Noniustheilen entsprechenden Rauminhalte, kann auf arithmetischem Wege bewerkstelligt werden; indem, bei der vorausgesetzten annähernd cylindrischen Form des Apparats, die Differenzen der gesuchten Rauminhalte denen der betreffenden Höhen proportional seyn werden. Ob dieses der Fall, oder nach welchem anderen Gesetze zu interpoliren ist, ergiebt sich aus den Differenzen der nächst grösseren Intervallen an der betreffenden Stelle der Scale.

Bei der Herstellung der Scalen hat man übrigens noch Folgendes zu beachten:

a) Das verwendete Wasser muss gleiche Temperatur haben. Es ist daher am besten, Wasser aus einer Quelle, einer Pumpe etc., welches eine solch gleiche Temperatur behauptet, zu verwenden und mit Hülfe eines Thermometers sich hierin im Verlaufe des Abmessens zu sichern.

b) Der Apparat muss vor dem Geschäfte der Eintheilung 12 bis 24 Stunden mit Wasser angefüllt gewesen seyn — und ebensolange vor jedem künftigen Gebrauche angefüllt werden — damit die Poren des Holzes gleichmässig und vollkommen sich anfüllen.

c) Mit einem langen, unten mit etwas loser Baumwolle versehenen Drahte, ist das Innere der Glasröhre während des Abmessens — und so auch bei künftigem Gebrauche — stets gleich feucht zu halten, um Ungleichförmigkeiten im Steigen des Wassers vorzubeugen.

d) Um den Einfluss verschiedener Wärmegrade des Wassers auf die Eintheilung und so auch auf die Resultate künftiger Messungen kennen zu lernen, kann man dieselbe Operation mit um je 5^0 verschieden erwärmten Wasser wiederholen, die Differenzen an der Scala entnehmen und zur Correction der Resultate benutzen, welche mit Wasser abweichender Temperatur künftig erhalten werden.

Um mit Hülfe der Tabelle den Rauminhalt fester oder anderer in den Apparat gebrachter Körper zu finden, hat man die Vorrichtung *f* auf die Höhenstände des Wassers ohne und mit dem Körper einzustellen, die entsprechenden Zahlen von der Scala, die ihnen zugehörigen Inhalte aus der Tabelle zu entnehmen und die Differenz letzterer als den gesuchten Rauminhalt, zu berechnen.

— — — — — — — — — — — — — — — — — — —

— — — — — — — — — — — — — — — — — — —

Die vorzugsweise Benutzung (besonders des grösseren Apparats) zum Ausmessen von Holzkörpern, dürfte die Bemerkung: „Xylometer" rechtfertigen."

Im gleichen Jahre tritt C. Heyer in seiner „Anleitung zu forststatischen Untersuchungen, Giessen 1846“, mit einer anderen Xylometerart auf, die ebenfalls ziemliche Verbreitung gefunden.

Dieser Xylometer besteht nach unserem Schriftsteller aus einem cylindrischen Ständer von 4—4 $^1/_2$ Fuss Höhe und 1 $^1/_2$—2 Fuss Weite. Er ist aus recht trockenem und leichtem Holze wasserdicht gefertiget und mit eisernen Reifen umgeben. Etwa 6 Zoll unterhalb der oberen Oeffnung ist er mit einem geräumigen Loche versehen, vor welchem ausserhalb eine etwas abwärts geneigte Blechröhre oder Rinne befestigt ist, um das aus diesem Loche abfliessende Wasser vollständig auffangen zu können. Das Loch muss nach Heyer geräumig und das Holz rings um dasselbe verdünnt sein, damit der Wasserabfluss rasch von Statten gehen kann. Das abfliessende Wasser wird in einem Kübel, Eimer oder dergleichen aufgefangen und mit Hilfe eines eingetheilten Massbleches dann berechnet.

Die beiden eben angeführten Constructionen von Reissig und Heyer erfuhren im Laufe der Zeit verschiedene Modificationen, doch beschränkten sich diese lediglich auf die äussere Form und auf das Materiale der Gefässe.

Principielle Aenderungen wurden keine vorgenommen.

Die von Theodor[1]) und Robert[2]) Hartig aufgestellten Xylometer unterscheiden sich von dem Reissig'schen, resp. Heyer'schen im Wesentlichen lediglich dadurch, dass diese Schriftsteller an Stelle der runden Holzgefässe vierkantige eiserne Blechkästen setzen.

Zur Begründung des eben Gesagten citiren wir die diesbezügliche Mittheilung Rob. Hartig's aus seiner Abhandlung „das spezifische Frisch- und Trockengewicht, der Wassergehalt und das Schwinden des Kiefernholzes. Berlin 1874“ wörtlich:

> „Der von mir construirte Xylometer ist ein eiserner Kasten von 1 M. Höhe und einer Grundfläche von 0·33 M. im Quadrat. In einer Höhe von 0·7 M. befindet sich an der einen Seitenwand ein Ausflussrohr, welches nach unten gerichtet und durch einen genau schliessenden Hahn leicht geöffnet und verschlossen werden kann. Die Oeffnung in der Seitenwand des Kastens, welcher auf der Aussenseite das Ausflussrohr angesetzt ist, hat die Gestalt eines halben Kreises, dessen Durchmesser die untere scharfe Kante der Oeffnung ist, über welche das Wasser in die Röhre abfliesst. Die Länge dieser genau horizontal zu arbeitenden unteren Seite der Ausflussöffnung beträgt 10 Zm. und wird der Abfluss des Wassers dadurch sehr beschleunigt. Das Ausflussrohr verjüngt sich gegen die Mündung und hat hier nur einen Durchmesser von 2·5 Zm., um das bequeme Einströmen des Wassers in enghalsige Gefässe zu ermöglichen. Eine eiserne, an beiden Enden rechtwinklig umgebogene und in eine schwere Bleikugel auslaufende eckige Stange von 0·4 M. Länge wird über den Eisenkasten gelegt und hält mittelst einer 35 Zm. langen soliden, in der Mitte derselben angebrachten Nadel das zu messende Holzstück unter die Oberfläche des Wasserspiegels. Zur Messung des ausfliessenden Wassers bedarf man nur noch einiger enghalsiger Flaschen von 10, 5, 3, 2 und 1 Liter

[1]) Dr. Th. Hartig: Vergleichende Untersuchungen über den Ertrag der Rothbuche. Berlin 1851, pag. 10.

[2]) Dr. R. Hartig: Das specifische Frisch- und Trockengewicht, der Wassergehalt und das Schwinden des Kiefernholzes. Berlin 1874, pag. 6.

Inhalt, an welchen ein in den engen Hals eingeritzter Strich anzeigt, bis zu welcher Höhe das Gefäss zu füllen ist, um den bezeichneten Inhalt genau zu erhalten. Ferner muss man ein langes röhrenförmiges graduirtes Literglasgefäss haben, auf welchem mindestens 0·01 Liter noch direct abgelesen und 0·0025 Liter geschätzt werden kann.“

Auch der in der zweiten Auflage seiner Holzmesskunde, Wien 1875 von Baur empfohlene Xylometer unterscheidet sich vom Reissig'schen lediglich dadurch, dass Baur zur Construction Eisenblech an Stelle von Holz verwendet und ferner die directe Literablesung eingeführt hat.

Eine Ausnahme hievon macht der im Jahre 1852 in Schneider's Forst- und Jagdkalender publicirte und von Danckelmann auf der Wiener Weltausstellung im Jahre 1873 in einem Modelle vorgeführte Neustädter oder Schneider'sche Xylometer. Derselbe greift nicht in das Jahr 1846 sondern 1782 zurück, indem er auf dem Hennert-Hundeshagen'schen Principe beruht. Er dient zur Ermittlung der Zwischenräume des Raummasses und besteht aus zwei Gefässen: Einem Kasten von Eisen, zwei Cubikmeter fassend, und einem Wasserkasten mit einer Scala, an der der Wasserstand nach Litern (M.) abgelesen werden kann. Wird der erste Kasten mit Holz gefüllt und aus dem Wasserkasten bis zur Ausfüllung des Raumes von zwei Cubikmetern, Wasser zugelassen, so bildet die Differenz 2000 — M. den Festgehalt des eingelegten Holzes in Cubikdecimeter.

Durch die Einführung des Metermasses in Deutschland, Oesterreich-Ungarn und der Schweiz trat eine Aenderung der bisher üblichen Waldmasse in den gedachten Staaten ein. Die von früheren Forschern aufgestellten Reductionsfactoren zur Umwandlung der Raum- in Festmasse verloren ihre praktische Verwendbarkeit. Neue Derbgehaltszahlen mussten im Wege der Untersuchung gewonnen werden.

Da dieselben nach den früher gemachten Bemerkungen Durchschnittswerthe sind, also an möglichst vielen Orten mit Zugrundelegung gleicher Instrumente und gleicher Genauigkeitsgrade ermittelt werden müssen, übernahmen die in den Jahren 1872—1875 ins Leben gerufenen forstlichen Versuchsanstalten die Durchführung dieser Versuche.

Bevor jedoch an die Inangriffnahme dieser Arbeiten geschritten wurde, stellte der Verein deutscher Versuchsanstalten einen Entwurf über gleiche Sortimentsbildung und gleiche Rechnungseinheit für das gesammte deutsche Reich auf. Derselbe wurde den einzelnen deutschen Regierungen zur Begutachtung und Annahme von diesem Vereine vorgelegt.

In einer am 23. August 1875 in Greifswalde zusammengetretenen Delegirten-Versammlung der Regierungen von Preussen, Baiern, Württemberg, Sachsen, Baden und Sachsen-Gotha einigte man sich über die nachstehenden „Bestimmungen über Einführung gleicher Holzsortimente und einer gemeinschaftlichen Rechnungseinheit für Holz im deutschen Reiche“. Gleichzeitig wurde beschlossen diese Normen mit dem 1. Jänner 1876 allgemein in Kraft treten zu lassen.

Bestimmungen über Einführung gleicher Holzsortimente und einer gemeinschaftlichen Rechnungs-Einheit für Holz im deutschen Reiche

nach den am 23. August 1875 von den Bevollmächtigten der Regierungen von Preussen, Baiern, Württemberg, Sachsen, Baden und Sachsen-Gotha gefassten Beschlüssen.

I. Sortimentsbildung.

a) In Bezug auf die Baumtheile.

§. 1. 1. **Derbholz** ist die oberirdische Holzmasse über 7 Cm. Durchmesser, einschliesslich der Rinde gemessen, mit Ausschluss des bei der Fällung am Stocke bleibenden Schaftholzes.

2. **Nicht-Derbholz** ist die übrige Holzmasse, welche zerfällt in

α) Reisig: die oberirdische Holzmasse bis einschliesslich 7 Cm. Durchmesser aufwärts;

β) Stockholz: die unterirdische Holzmasse und der bei der Fällung daran bleibende Theil des Schaftes.

b) In Bezug auf die Gebrauchsart.

1. **Bau- und Nutzholz.**

A. **Langnutzholz.** Das sind Nutzholzabschnitte, welche nicht in Schichtmassen aufgearbeitet, sondern cubisch vermessen und berechnet werden.

§. 2. **Stämme** sind diejenigen Langnutzhölzer, welche über 14 Cm. Durchmesser haben, bei 1 Meter oberhalb des unteren Endes gemessen.

§. 3. **Stangen** sind solche entgipfelte oder unentgipfelte Langnutzhölzer, welche bis mit 14 Cm. Durchmesser haben, bei 1 Meter oberhalb des unteren Endes gemessen.

Sie werden unterschieden, als:

α) Derbstangen: über 7 bis mit 14 Cm. } bei 1 Meter oberhalb des unteren Endes gemessen.
β) Reisstangen (Gerten): bis mit 7 Cm. }

B. **Schichtnutzholz:** d. i. in Schichtmassen eingelegtes oder eingebundenes Nutzholz.

§. 4. **Nutzscheitholz** ist in Schichtmassen eingelegtes Nutzholz von über 14 Cm. Durchmesser am oberen Ende der Rundstücke.

§. 5. **Nutzknüppelholz** (Prügelholz): in Schichtmassen eingelegtes Nutzholz von über 7 bis mit 14 Cm. Durchmesser am oberen Ende der Rundstücke.

§. 6. **Nutzreisig:** in Schichtmassen eingelegtes (Raummeter) oder eingebundenes (Wellen u. s. w.) Nutzholz bis mit 7 Cm. Durchmesser am stärkeren unteren Ende der Stücke.

C. **Nutzrinde:**

§. 7. **Nutzrinden** sind die vom Stamme getrennten Rinden, soweit sie zur Gerberei oder zu sonstigen technischen Zwecken benutzt werden.

Die Eichenrinde ist in Alt- und Jungrinde zu trennen. Für die übrigen Holzarten findet eine solche Trennung nicht statt.

2. **Brennholz.**

§. 8. Folgende Brennholzsortimente sind zu unterscheiden:

1. **Scheite,** ausgespalten aus Rundstücken von über 14 Cm. Durchmesser am oberen Ende.
2. **Knüppel** (Prügel) über 7 bis 14 Cm. Durchmesser am oberen Ende.
3. **Reisig** bis mit 7 Cm. Durchmesser am unteren Ende.
4. **Brennrinde.**
5. **Stöcke.**

II. Messungsverfahren und cubische Berechnung beim Bau- und Nutzholze.

A. **Langnutzholz.**

§. 9. Die cubische Berechnung der **Stämme** erfolgt für jeden Stamm auf Grund

a) der Mittenmessung in ganzen Centimetern, wobei Bruchtheile von Centimetern unberücksichtigt bleiben;

b) der Längenmessung nach Metern und geraden Decimetern.

Es bleibt jedoch nachgelassen, bei kürzeren Stücken bis mit 5 Meter Länge (Blöcke, Klötze) den oberen Durchmesser messen und die Cubirung nach localen Erfahrungssätzen ausführen zu dürfen. Die Längen dieses Sortiments können nach einzelnen Decimetern abgestuft werden.

§. 10. Die cubische Berechnung der **Stangen** ist nach den Bestimmungen des §. 9 zu bewirken. Es genügt aber auch die Inhaltsberechnung nach Probestangen, die nach Vorschrift des §. 9 gemessen und cubirt werden, und nach Durchschnittssätzen oder Erfahrungssätzen für die üblichen einzelnen Stangen- oder Gerten-Classen.

§. 11. Die Messung hat m i t der Rinde zu erfolgen. Ist aber das Holz v o r der Messung entrindet, so erfolgt die Messung am entrindeten Holze und zwar in der Regel, ohne dass ein Zuschlag für die unbenutzt bleibende Rindenmasse gemacht zu werden braucht. Ein solcher Zuschlag kann nach localen Erfahrungssätzen gemacht werden, wo in Nadelholzbeständen die Entrindung ohne Verwerthung der Rinde nothwendig wird.

§. 12. Der C u b i k i n h a l t ist stets in Festmetern und Hunderttheilen derselben anzugeben.

B. **Schichtnutzholz.**

§. 13. Nutzscheite und Nutzknüppel sind in Raummetern zu schichten.

Nutzreisig ist in Raummeter einzulegen oder in Wellen zu binden und in letzterem Falle nach Wellenhunderten zu berechnen.

Die cubische Berechnung erfolgt wie beim Brennholz (§. 17).

§. 14. Nutzrinde. Die Aufarbeitung erfolgt nach Gewicht oder nach Raummass. In beiden Fällen findet eine Reduction auf Festmeter wie beim Brennholze (§. 17) statt.

III. Schichtung und cubische Berechnung beim Brennholze.

a) **Schichtung.**

§. 15. Brennscheite, Brennknüppel, Brennrinde und Stöcke werden in Raummetern geschichtet.

Brennreisig wird in Raummeter eingelegt oder in Wellen gebunden, im letzteren Falle nach Wellenhunderten berechnet.

Wo nach örtlicher Uebung oder wegen zeitlichen Arbeitermangels das Reisig zerstreut auf dem Platze umherliegend oder auf unregelmässige Haufen zusammengeschafft zur Abgabe kommt, ist dasselbe auf Grund localer Erfahrungssätze nach Raummetern oder Wellenhunderten abzuschätzen.

§. 16. Bei der Schichtung in Raummetern ist vor Allem die Gewährung eines richtigen Masses — wenn möglich ohne Uebermass — festzuhalten. Wo aber längeres Belassen des Holzes im Walde es erforderlich macht, und insbesondere an Orten, wo Herkommen oder Rechtsverhältnisse die Beibehaltung eines bestimmten Uebermasses bedingen, kann dieses Uebermass gewährt werden und ist dann auch bei Feststellung der Reductionsziffern zu beachten.

b) **Cubische Berechnung.**

§. 17. Neben dem Raumgehalte, welchen die Brennhölzer einnehmen, ist der Festgehalt der Schichtmasse oder Wellenhunderte in Festmetern zu bestimmen.

Die Ermittelung der Reductionsfactoren zur Umwandlung von Raummass oder Gewicht in Festmass bei Brennholz, sowie bei Nutzrinde und Schichtnutzholz (§. 13 und 14) bleibt einem besonderen Verfahren vorbehalten.

IV. Rechnungseinheit.

§. 18. Die Rechnungseinheit für Holz bei Abschätzung und Abschätzungscontrole bildet das Cubikmeter fester Holzmasse (Festmeter).

Auf Grundlage dieser Bestimmungen wurde vom früher erwähnten Vereine ein Arbeitsplan für die Vornahme von Untersuchungen über den Festgehalt der Raummasse und das Gewicht der Hölzer aufgestellt. Wir finden denselben im „Jahrbuch der preussischen Forst- und Jagd-Gesetzgebung, herausgegeben von B. Danckelmann im VIII. Band. Berlin 1876“ auf Seite 464 u. f. publicirt. Es steht zu erwarten, dass in kürzester Zeit Publicationen über die nach dem gedachten Plane ausgeführten Versuche und Untersuchungen Seitens des Vereines deutscher Versuchsanstalten erfolgen werden.

II. Von den Derbgehalts-Untersuchungen der k. k. forstlichen Versuchsleitung und den dabei angewandten Untersuchungsmethoden.

1. Vorarbeiten.

Die im November 1874 erfolgte Errichtung der forstlichen Versuchsleitung in Wien gab der k. k. Staatsforstverwaltung willkommenen Anlass, an diese junge Institution mit dem Ansuchen heranzutreten, Untersuchungen über den Festgehalt der neuen Raummasse auf Grundlage der von ihr erlassenen „Vorschrift für die Anwendung des metrischen Masses und Gewichtes im österreichischen Staatsforstdienste“ vorzunehmen.

Um diesem Ansuchen in entsprechendster Weise Folge geben zu können, erschien es angezeigt, die in der Literatur niedergelegten Untersuchungsmethoden und dabei in Verwendung gekommenen Instrumente einer kritischen Beleuchtung zu unterziehen. Nur auf diese Weise konnten wir sicher sein, die richtigste Methode für unsere Untersuchung aufstellen zu können.

Wie schon erwähnt, lassen sich alle von früheren Forschern bei ähnlichen Anlässen in Anwendung gebrachten Methoden in zwei Hauptarten zerfällen, nämlich:

1. in die directe Methode, welche darin besteht, dass sie zur Ermittlung der Derbgehalte der Raummasse den Holzgehalt der eingelegten Holzstücke direct bestimmt, und

2. in die indirecte Methode, bei welcher die Derbgehaltsbestimmung dadurch geschieht, dass man die vom Holze unerfüllten Zwischenräume berechnet, und die erhaltene Zahl vom Raummasse in Abzug bringt.

Die directe Methode zerfällt nun ihrerseits wieder in:

A. die stereometrische,
B. die hydrostatische, und
C. die Gewichtsmethode.

Das stereometrische Verfahren, bei welchem man die in Raummasse eingelegten Holzstücke nach einer mathematischen Formel berechnet, hat vor allen anderen Verfahren den grossen Vorzug, dass es den geringsten Kostenaufwand für Anschaffung von Instrumenten beansprucht und ferner gestattet, die Untersuchungen zu jeder Jahreszeit und an jedem Orte vorzunehmen. Es setzt aber voraus, dass die zu berechnenden Holzstücke eine der bekannten stereometrischen Formen besitzen, eine Annahme, die keineswegs in allen Fällen gemacht werden kann, wie dies z. B. bei krummen, knorrigen Stücken der Fall ist. Auch lässt dies Verfahren eine strenge Einhaltung der Spalt- und Sortirungsvor-

schriften nicht zu; weil die Berechnung der Spaltstücke im runden Zustand zu geschehen hat. Nun vermag man aber bei den Rundstücken nicht immer genau anzugeben, in welches Scheitholzsortiment die Spaltstücke einzureihen sind, weil sich die massgebenden Factoren, wie innerer Gesundheitszustand, Spaltbarkeit etc. meist erst beim Spalten sichtlich machen. [1])

Von diesen Uebelständen ist das hydrostatische Verfahren frei. Wie schon anderen Orts nachgewiesen wurde, hat die Form und Grösse der Holzstücke in Bezug auf ihre Inhaltsbestimmung gar keinen Einfluss.

Dagegen hat dieses Verfahren den Nachtheil, dass es grössere Unkosten für Beschaffung und Transport des Xylometers beansprucht und ferner an Ort und Zeit mehr oder weniger gebunden ist. So können z. B. in wasserarmen Gegenden ohne Verausgabung grösserer Transportkosten, ferner zur Winterszeit, wo die Schläge am meisten Gelegenheit zu Derbgehaltsuntersuchungen geben, Untersuchungen nicht angestellt werden.

Bei der Abwägung der Vor- und Nachtheile der beiden Methoden glaubten wir für unsere Untersuchungen auf die Anschaffungs- und Transportkosten der Instrumente keine so grosse Rücksicht nehmen zu sollen, um so mehr nicht, als dieselben gegenüber den Holzerzeugungs- und sonstigen Untersuchungskosten verschwindend klein ausfallen.

Dagegen suchten wir das Hauptargument bei der Wahl der Methode in dem grösseren Genauigkeitsgrade, den das hydrostatische Verfahren gegenüber dem stereometrischen gewährt.

[1]) Ein auf stereometrischen Grundlagen beruhendes Verfahren, welches obigen Schwierigkeiten zu begegnen sucht, hat Nördlinger im 44. Bande, 2. Heft, seiner kritischen Blätter veröffentlicht.

Wir lesen daselbst auf pag. 204:

„Ein halbes metrisches Klafter sich sehr schön in das Mass legenden und daher an Spaltholz erinnernden Buchenbrennholzes aus starken, durchschnittlich ungefähr 16 Liter Holz enthaltenden Scheitern bestehend, im Mittel von Vorder- und Hinterseite mit 1·957 □Meter Hirnfläche, hatte auf dem Wege der Eintauchung in Wasser an Derbholzmasse ergeben 72·05 % des Raumgehaltes.

Nun wurde aber eine genügende Anzahl Schreibpapierblätter genau nach einer Schablone geschnitten, so dass jedes derselben 0·0662808 □M. Fläche darstellte. Man drückte die Blätter auf die Hirnflächen der Vorderseite des Klafters und zeichnete mit Rothstein eine Scheitstirne nach der andern im Umriss auf das Papier. Sämmtliche Blätter mit Umrissen wurden nunmehr gesammelt. Es waren 47 und sie betrugen daher in Summa 47 × 0·66 = 3·115197 □M. Fläche.

Hierauf wurden die 47 Blätter gewogen, die Sternzeichnungen mit der Scheere scharf herausgeschnitten und nunmehr wieder im Ganzen gewogen, sodann die gesammten Stirnflächenzeichnungen und die abfälligen Schnitzel. Es zeigte sich auf einer genauen Wage ein Gesammtgewicht von 179·95 Gramm, wovon Stirnflächen 84·75 Gramm und Papierschnitzel 95·20.

Die Gesammtstirnfläche aller Scheiter auf der Vorderseite des Klafters betrug somit

$$\frac{84{\cdot}75}{179{\cdot}95} \times 3{\cdot}115197 \ \square\text{M.}$$

und in der Voraussetzung, dass das Verhältniss von Derbholzdurchschnitt und Zwischenräumen durch das ganze Klafter dasselbe gewesen sei wie an der vordern Stirnfläche,

$$\text{Derbgehalt} = \frac{84{\cdot}75 \times 3{\cdot}115197}{179{\cdot}95 \times 1{\cdot}957} = 0{\cdot}750 = 75{,}0\ \%$$

des Hohlraums.

Ein Ergebniss, das uns insofern durch seine merkliche Uebereinstimmung mit der hydrostatischen Procentzahl überraschte, als sich die Differenz zum Theil schon aus dem Umstand erklärte, dass die Vorder- und die Rückseite des Klafters von einander um 2·5 □Decimeter differirten, so dass bei beiden Ermittlungen eine verglichene Stirnfläche zu Grund gelegt werden musste.

Es lassen sich freilich gegen das angegebene Verfahren mancherlei Einwürfe erheben, welche uns jedoch, gleichförmige Höhe und Breite des Klafters auf der vordern und hintern Seite angenommen, kaum stichhaltig scheinen. Doch möchten wir ein Urtheil zurückhalten und durch das vorstehende Beispiel nur auch Andere anregen, ihrerseits gelegentlich hydrostatischer Erhebungen auch die vorstehende empirische Methode vergleichend zu versuchen.“

Bevor wir uns jedoch ausschliesslich für die hydrostatische Untersuchungsmethode entschlossen, stellten wir vergleichende Untersuchungen über Massenergebnisse bei Derbgehaltsbestimmungen mit dem Xylometer und der Kluppe an. Die Resultate derselben sind in der angeschlossenen Tabelle VII zusammengestellt. Wir werden später auf dieselben zurückkommen.

Nachdem so die Untersuchungsmethode festgestellt war, erschien es noch nothwendig unter den vorhandenen Xylometern den für unsere Zwecke geeignetsten auszuwählen.

a) Von den Xylometern insbesondere.

Der Xylometer oder Holzmesser dient, wie schon dessen Name besagt, zur Inhaltsermittlung der Holzmasse. Seine Anwendung beruht auf dem physikalischen Gesetze — nach welchem jeder unter Wasser getauchte Körper ein dem seinigen gleiches Volumen Wasser verdrängt. Es wird sich daher jede derartige Untersuchung auf das Messen des durch die eingetauchten Holzstücke verdrängten Wassers erstrecken.

Abgesehen von der Form und dem Materiale, lassen sich in Bezug auf die Vornahme der Wassermessung zwei Hauptarten dieser Instrumente verzeichnen:

α) Ungeaichte Gefässe,

β) Geaichte Gefässe.

Die ungeaichten Gefässe zerfallen ihrerseits wieder in:

1) solche, welche mit einer Ausflussmündung versehen sind (nach Carl Heyer, Robert Hartig).

Das Verfahren besteht darin, dass man ein entsprechend grosses Hohlgefäss (Fig. 2) mit Wasser so lange füllt, bis das Niveau der eingefüllten Flüssigkeit mit dem untern Rande der Ausflussöffnung in eine Ebene fällt, d. h. bis kein Wasser mehr aus der Rohrmündung träufelt.

Taucht man nun mit gehöriger Vorsicht den zu messenden Holzkörper in das Wasser ein, so wird dieses steigen und in gleichem Masse der Ausflussmündung entströmen, als der getauchte Körper es verdrängt. Das abfliessende Wasser kann nun entweder in einem kleineren geaichten Gefässe aufgefangen werden, wodurch man sofort den Inhalt erhält, oder es wird mit geaichten Kolben von absteigender Grösse auf sein Volumen bestimmt.

2) Es wird in einem beliebigen Hohlgefässe der Wasserstand mittelst einer Marke am Gefässe notirt und darauf der Holzkörper in das Wasser getaucht. Die Höhe des verdrängten Wassers wird abermals notirt und nach behutsamer Entfernung des Holzes das mitgerissene Wasser bis zur ersten Marke ersetzt. Die Menge des Wassers, welche erforderlich ist, um bis an die zweite Marke heranzureichen, repräsentirt den Inhalt des Holzes. Das Nachfüllen kann auch hier entweder aus einem geaichten Gefässe oder mittelst Kolben (siehe 1) geschehen. (n. Hossfeld.)

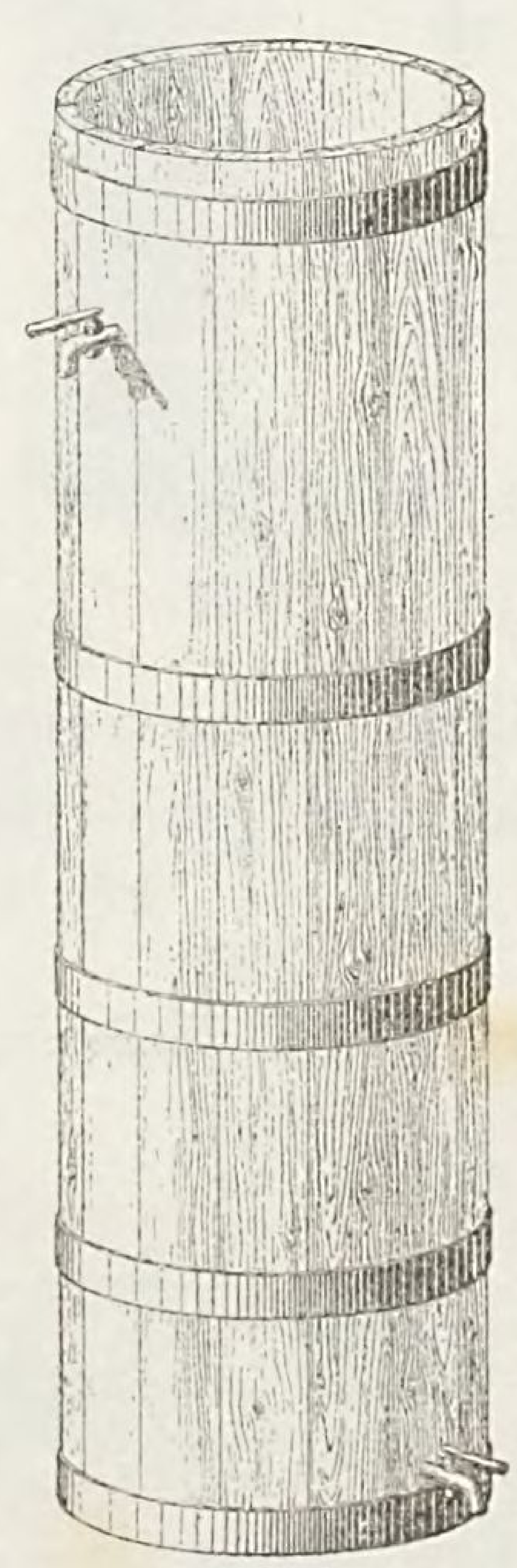


Fig. 2.

Die geaichten Gefässe zerfallen in:

1) Instrumente mit constanter Wassermenge vor Beginn jeder einzelnen Untersuchung (n. Egger), indem am Nullpunkt der Scala eine Ausflussöffnung angebracht ist, bis

zu welcher der Wasserstand stets hinanreicht. Das verdrängte Wasser wird an der Scala direct abgelesen.

2) Instrumente mit veränderlichen Anfangswasserständen (n. Reissig), bei welchen der jeweilige Wasserstand vor und nach der Untersuchung an der Scala abgelesen und die Differenz gebildet wird.

Zu unseren Untersuchungen verwendeten wir einen unter β 2) registrirten Xylometer (aus der mechanischen Werkstätte von E. Kraft & Sohn in Wien).

Die von uns gewählte Form des Instrumentes schloss sich der von Baur an. Doch schwankten wir in der Wahl der Einrichtung der Scala. Um auch hier das Zweckmässigere zu finden, liessen wir zwei Xylometer aus Zinkblech, 1·35 M. hoch und 0·46 M. im Durchmesser, construiren.

Der eine erhielt die Millimeterscala an Hand deren die Aichung von halb zu halb Liter vorgenommen wurde. Der andere (Fig. 3) besass sowohl die Millimeter- als auch die Literscala mit einem an der Schiebervorrichtung angebrachten Nonius. Die Millimetertheilung hatte hier den Zweck, eine etwaige Deformation des Gefässes durch eine erneuerte Aichung unschädlich zu machen.

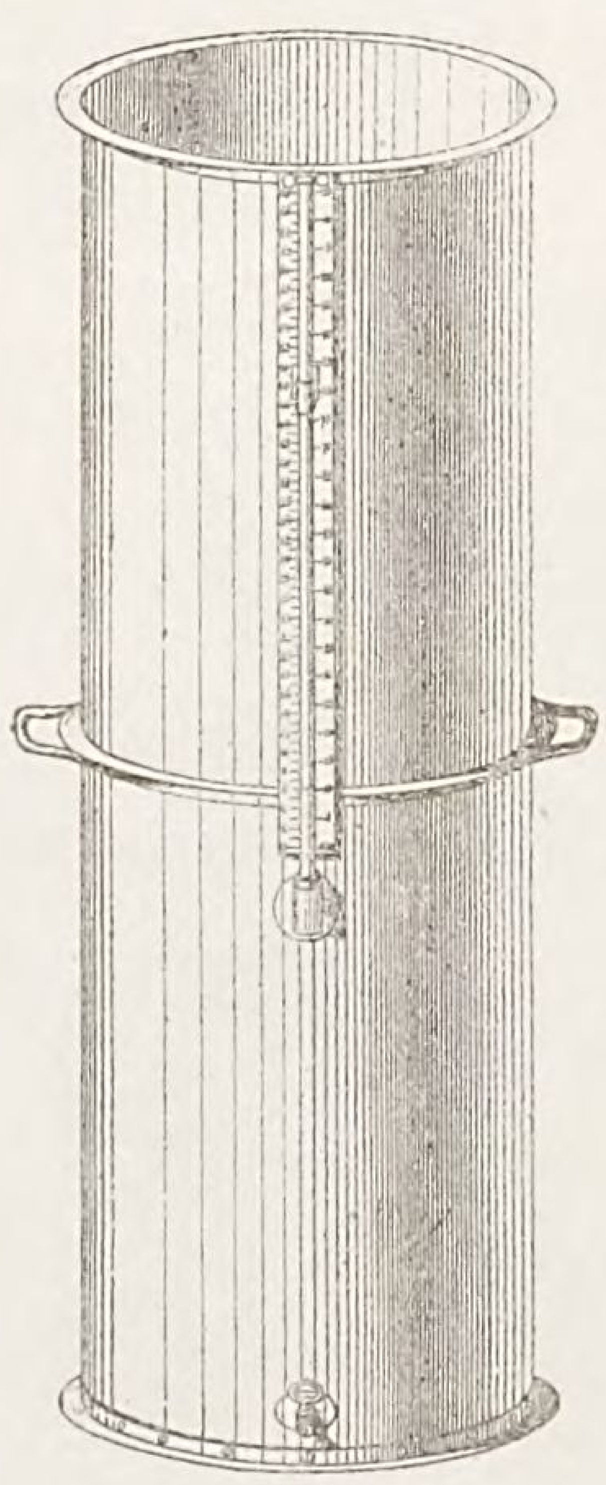


Fig. 3.

Bei den mit diesen beiden Instrumenten vorgenommenen Untersuchungen zeigte sich in den Resultaten eine Differenz erst nach der vierten Decimalstelle. Diese geringfügige Abweichung im Vergleiche zu der einfachen Manipulation mittelst der Litertheilung, bewog uns, die letztere zu acceptiren.

Dieser Xylometer wurde noch dahin verbessert, dass man die communicirende Glasröhre erst in einer sich bei den Versuchen als praktisch bewährten Höhe (100 Liter) anbrachte. Die früheren Constructionen, bei denen das Glasrohr tief hinabreichte, hatten den Nachtheil, dass der sich am Boden des Xylometers ansetzende unvermeidliche Schmutz (Moos, Borkenabfälle etc.) die Communicationsöffnung verstopfte und auf diese Weise den Gang der Untersuchung hemmte.

Auch stellte sich die Nothwendigkeit heraus, den kleinen Fehler, der durch das Tauchen mit blosser Hand hervorgerufen wurde (0·05 bis 0·2 Liter) gänzlich zu vermeiden. Dazu bedienten wir uns einer eigens hiezu construirten Eisenplatte und eines Eisenspiesses. Erstere (Fig 4) diente dazu die geringeren Sortimente, letzterer (Fig. 5) die grösseren Scheite hinabzutauchen.

Fig. 4.

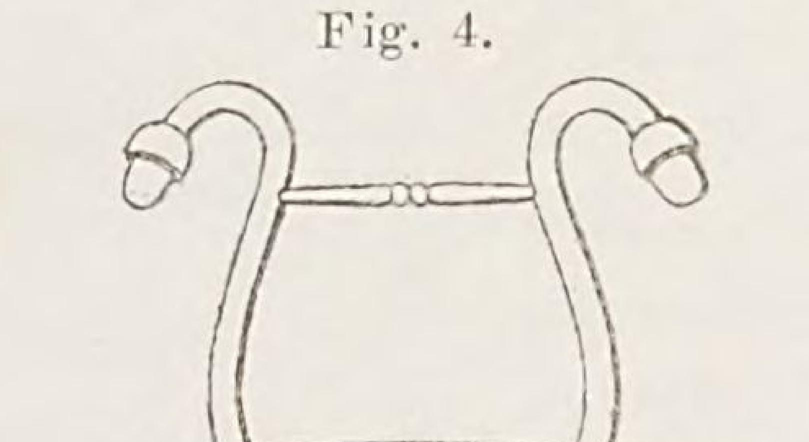




Fig. 5.

Der zuvor genau ermittelte Gehalt dieser Tauchwerkzeuge wurde von dem jeweiligen Resultate in Abzug gebracht. Es erübrigt nur noch, einige kleine Details über die Aufstellung des Instrumentes und die Zweckmässigkeit der Lage desselben zu erwähnen.

Schriftsteller, die in ihren Werken der Aichmethoden erwähnen, beschäftigen sich viel und nutzlos mit der Behauptung, dass der Xylometer während der Zeit der Untersuchung eine absolut horizontale Lage einzunehmen habe. Wenn man bedenkt, dass eine Flüssigkeit bei jedwelcher Neigung des sie bergenden Gefässes stets die im Verhältniss zu dieser Neigung steigende Höhe der Flüssigkeit im communicirenden Rohre zur Folge hat, so wird man begreifen,

dass bei gleichbleibender Aufstellung des Instrumentes die Untersuchungsergebnisse nicht irritirt werden können.

Der Standpunkt des Xylometers muss stets so gewählt werden, dass eine Verrückung desselben während der Aichung nicht leicht möglich ist.

Nach dieser Beschreibung unseres Instrumentes lassen wir noch die Ergebnisse der vergleichenden Untersuchungen über die Untersuchungsdauer, vorgenommen an drei verschiedenen Xylometern, folgen.

Bezeichnen wir mit *A* unsern Xylometer (System Reissig),
„ *B* den Carl Heyer' resp. Robert Hartig'schen,
„ *C* den Hossfeld'schen Xylometer,
so ergeben sich folgende Resultate:

Methode mit Xylometer	Anzahl der getauchten Stücke	Derbgehalt in Festmeter	Zeitdauer in Minuten
A		0·0600	5
B	3	0·0598	11
C		0·0596	41
A		0·1066	7
B	6	0·1058	25
C		0·1067	49
A		0·0863	5
B	4	0·0856	21
C		0·0859	33
A		0·0845	4
B	5	0·0841	23
C		0·0843	39
A		0·1108	6
B	6	0·1100	30
C		0·1105	42
A		0·0968	4
B	5	0·0964	26
C		0·0967	39
A		0·1069	5
B	6	0·1064	25
C		0·1075	44
A		0·0789	3
B	4	0·0787	21
C		0·0790	29
A		0·0245	1
B	1	0·0246	24
C		0·0245	33
per Raummeter			
A		0·7553	$0^h\ 39^m$
B	40	0·7514	$3^h\ 35^m$
C		0·7544	$5^h\ 4^m$
A	40	0·7527	28^m
B		0·7521	$4^h\ 17^m$

Die Ausflussgeschwindigkeit beim Xylometer *B* war 0·109 Liter (Mittelwerth aus 16 gemachten Beobachtungen); die Untersuchungsdauer dieser drei Methoden ist am deutlichsten durch das Mittelverhältniss

$$A:B:C = 1:7:9$$

ausgedrückt.

Auch über die indirecte Untersuchungsmethode, deren Wesen in der Ermittlung der Zwischenräume besteht, stellten wir vergleichende Versuche an. Als Untersuchungsmaterial verwendeten wir nach Müllenkampf u. A. den Sand.

Diese Versuche wurden im Herbste 1875 auf dem erzherzoglich Albrecht'schen Forstreviere Ustron in Schlesien von dem k. k. Forst-Assistenten Böhmerle unter Mitwirkung des erzherzoglichen Waldbereiters Andreas Wagner und des erzherzoglichen Hütten-Ingenieurs Adolf Hohenegger in Ausführung gebracht.

Da der Sand, der diesem Zwecke dienen soll, durchaus trocken sein muss, so wurde derselbe vorher ausgeglüht. Als bergendes Gefäss diente ein Holzkasten ohne Boden. Letzteren ersetzte ein etwas grösseres Brett. Die Dimensionen dieses Sandkastens, der eine parallelopipedische Form besass, haben wir achtmal gemessen und aus diesen Messungen das Mittel gezogen. Es ergab sich $a = 1·097$ M.; $b = 1·1$ M.; $c = 1·09925$ M. daher der Inhalt des Sandkastens $= 1·097 \times 1·1 \times 1·09925 = 1·326465$ Cubikmeter. Hierauf wurde ein Raummeter Weisstannenscheitholz mit 10 Cm. Uebermass (65 Scheite) der Untersuchung unterzogen. Von diesen 65 Scheiten wurden 61 Stücke mit den Hirnflächen, also ziemlich senkrecht, auf den Boden des Sandkastens, respective auf das Brett, auf welches vorher etwas Sand gestreut wurde, aufgestellt. (Vier Scheite konnten nicht mehr untergebracht werden.)

Zur Füllung und gleichzeitigen genauen Berechnung der Sandquantität stand ein Hohlmass zur Verfügung, welches nach genauer Messung 29878 Cubikcentimeter Sand fasste. Dieses Hohlmass wurde mit feinem ausgeglühten Sand gefüllt, und die überflüssige Menge desselben mit einem Streifbrette entfernt. Den so gemessenen Sand führte man in die Zwischenräume des auf den Hirnflächen ruhenden Holzes mit aller Vorsicht ein. Es liess sich dies durch öfteres Klopfen an den Seitenwänden des Sandkastens leicht bewerkstelligen. Nach beendeter Messung wurde der bodenlose Sandkasten abgehoben, das Holz vom Sande befreit und dann auf seinen Inhalt xylometrisch untersucht. Von dem auf diese Art gemessenen Sande waren 21 Hohlmasse erforderlich, somit $29878 \times 21 = 627438$ CCm. $= 0·627438$ CM. Zieht man das so gefundene Product von dem Inhalte des Sandkastens ab:

Inhalt des Sandkastens	1·326465 CM.
Inhalt des eingeführten Sandes	0·627438 „
so ergibt sich als Festmasse für die eingestellten 61 Weisstannenscheite	0·699027 CM.

Der mittelst des Xylometers erhaltene Inhalt dieser 61 Tannenscheite ergab einen Festgehalt von 0·748865. Eine zweite Untersuchung, vorgenommen an 54 Weisstannenscheiten, wurde zweimal wiederholt. Hiebei fand man

bei der ersten Untersuchung:

Menge des eingeführten Sandes . .	0·629528 CM.
Inhalt des Sandkastens	1·327370 „
Festgehalt . .	0·697842 CM.

bei der zweiten Untersuchung:

Menge des eingeführten Sandes . . 0·626969 CM.
Inhalt des Sandkastens 1·327370 „

Festgehalt . . 0·700401 CM.

Die xylometrische Methode lieferte 0·6959 „

Die Untersuchung eines dritten Raummeters Weisstannenscheitholz (50 Scheite) ergab folgende Resultate:

Mittelst Sand 0·683695 CM.
„ Xylometer 0·72281 „

Zusammenstellung der Resultate:

Nr.	Mittelst Xylometer	Mittelst Sand
	gefundene Resultate	
I	0·748865	0·699027
IIa	0·695900	0·697800
IIb		0·700401
III	0·722810	0·683695

Ein Blick auf vorstehende Tabelle lehrt uns, dass eine gesetzmässige Ab- oder Zunahme der Resultate mittelst Sand gegen die mittelst Wasser nicht stattfindet.

Diese Ursache findet in dem Umstande ihre Erklärung, dass der Sand die Zwischenräume nicht homogen auszufüllen vermag.

Hossfeld sagt in seinem bereits citirten Werke [1]) pag. 34:

„Wenn die Probe mit Sand oder Samen zu richtigen Resultaten führen soll, so muss zuvor durch Erfahrung bewiesen werden: 1. dass sich diese Materien durch eine äussere, ziemlich grosse Kraft in keinen merklich kleinen Raum zusammenpressen lassen, 2. dass sie durch's Schütteln oder Rütteln weder lockerer noch dichter werden. Der Sand wird diese Probe am wenigsten halten.“

Carl Heyer spricht sich entschieden gegen die Sandversuche aus. Wir finden in seinem Werke [2]) pag. 106:

„Die Anwendung von Sand statt Wassers, soll nicht stattfinden, weil sie unbrauchbare Resultate liefert.“

Es erübrigt nur noch, an dieser Stelle des Neustädter Xylometers (construirt von Dr. Schneider) zu erwähnen. Die Anwendung dieses Instrumentes, welches das Sandverfahren, respective diese Methode der Untersuchungen ungemein vervollkommnet hat, führt sicherlich zu genaueren Resultaten. Da es aber aus zwei, ziemlich umfangreichen Gefässen besteht, so ist dessen Benützung mehr eine locale, z. B. an Holzlegstätten, gebundene.

[1]) Niedere und höhere praktische Stereometrie. Leipzig 1812.
[2]) Anleitung zu forststatischen Untersuchungen. Giessen 1846.

Vor Beginn unserer Untersuchungen über den Derbgehalt der Raummasse war noch die Frage zu erörtern, inwieweit beim xylometrischen Verfahren ein Eindringen kleiner Wassermengen in den Holzkörper dessen Derbgehalt beeinflussen können.

Diese Untersuchungen wurden ausgeführt:

α) Mittelst des Xylometers.

Bei diesem Verfahren war die Wassermenge zu ermitteln, welche das Holz dem Xylometer entnahm, und zu erforschen, welche Verwendung dieselbe gefunden.

Zu diesem Behufe wurde ein Raummeter ungeklobenen Rothbuchenholzes xylometrisch untersucht.

Er enthielt 16 Rundstücke mit dem mittleren Durchmesser von 30 Centimeter.

Der Wasserstand im Xylometer war vor dem Tauchen des ersten Rundstückes .	134·6 Liter
Nach Herausnahme der 16 Kloben	132·6 „
Es war folglich ein Wasserverlust von	2·0 Liter

zu verzeichnen.

Bekanntlich wird jeder Körper, sobald man denselben in's Wasser taucht, an seiner Oberfläche von Wasser benetzt und zwar um so intensiver, je grösser die Adhäsion zwischen beiden Körpern, d. h. je rauher die Oberfläche des einen ist.

Wir setzen nun voraus:

1. Die Oberfläche des adhärirenden Holzes wäre ein Minimum, d. h. das Holz sei absolut glatt.

2. Die Höhe der netzenden Wasserschichte sei	0·0001	M.
Die Gesammtbenetzungs-Oberfläche der 16 Rundstücke ist	17·3416	□M.
Bei 0·0001 M. Höhe der benetzenden Wasserquantität beträgt diese . . .	1·73	Liter.
Das vom Holze abtropfende Wasser ergab	0·19	„
Bringen wir die Summe dieser beiden Wassermengen (1·92 Liter) von den abgängigen 2 Litern in Abzug, so verbleibt ein Rest von	0·08	„
oder in Cubikmeter ausgedrückt	0·00008.	

β) Mittelst des Gewichtes.

Ein Raummeter Hainbuchen-Scheitholz hatte vor dem Eintauchen ein Gewicht von	726·855 K.
nach dem Eintauchen .	727·000 „
Die Gewichtszunahme betrug demnach =	0·145 K.

Da nun 1 Liter Wasser 1 Kilogramm wiegt, so entsprechen 0·145 K. = 0·145 Liter und diese wieder 0·000145 Cubikmeter.

Die zu Zwecken der Praxis in Anwendung stehenden Aichgefässe lassen eine Genauigkeit von 4 Decimalen zu. Es werden daher die Grössen

nach α) . . . 0·00008
nach β) . . . 0·0001

die in der Wirklichkeit noch geringer sind, kaum mehr messbar sein.

Bei dieser Gelegenheit sei es uns gestattet, noch eines Versuches zu erwähnen, den Herr Assistent Böhmerle über Wasseraufnahme von grünem Holze im Herbste 1875 in Galizien angestellt hat.

4 Halbklüfte frisch gefälltes Holz und zwar:

1 Stück Stieleiche mit dem Durchmesser $d = 23$ Cm.
1 „ Rotherle „ „ „ $d = 22$ „
1 „ Weisstanne „ „ „ $d = 25$ „
1 „ Weisskiefer „ „ „ $d = 23$ „

legte er, nachdem er das Gewicht eines jeden Stückes unmittelbar nach der Fällung und Kliebung genau ermittelt hatte, in ein mit Wasser gefülltes Holzgefäss und hielt dieselben stetig unter Wasser.

Von Zeit zu Zeit wurden die Objecte nach sorgfältigem Abtrocknen des anhängenden Wassers einer wiederholten genauen Wägung unterzogen. Hierbei ergaben sich die in nachstehender Tabelle niedergelegten Resultate:

Datum der Untersuchung	Stieleiche	Rotherle	Weissbirke	Weissföhre
	Gewicht in Kilogramm			
1. October, 4^h Nachmittag nach der Fällung	22·0165	17·63	22·355	15·825
1. „ 7^h 15^m Nachmittag	22·695	17·96	22·55	16·155
2. „ 7^h 15^m Vormittag	23·105	18·832	22·65	16·42
2. „ 7^h 15^m Nachmittag	23·24	18·45	22·69	16·511
3. „ 7^h 15^m Vormittag	23·351	18·465	22·732	16·567
4. „ detto	23·465	18·495	22·745	16·615
5. „ detto	23·52	18·496	22·746	16·616
6. „ detto	23·65	18·59	22·81	16·68
9. „ detto	23·765	18·615	22·81	16·70
11. „ 7^h 30^m Vormittag	23·79	18·625	22·81	16·71
12. „ detto	23·815	18·65	22·81	16·71
13. „ detto	23·87	18·69	Nahmen nichts mehr auf	
15. „ detto	23·875	18·715		
17. „ detto	23·92	18·74		
18. „ detto	23·95	18·81		
20. „ detto	24·00	18·88		
25. „ detto	24·07	18·94		
30. „ detto	24·17	19·03		

Obwohl wir uns aus früher erwähnten Gründen ausschliesslich der Aichmethode bei den Derbgehalts-Untersuchungen bedienten, konnten wir doch nicht umhin, vergleichende Untersuchungen über Massenergebnisse bei Derbgehaltsbestimmungen mit dem Xylometer und der Kluppe anzustellen. Wir bedienten uns zu diesen Arbeiten der bisher unübertroffenen Heyer-Staudinger'schen Kluppe, und zwar sowohl einer Millimeterkluppe (Fig. 6), als auch einer Centimeter-Abrundungskluppe (Fig. 7).

Die hierbei gewonnenen Resultate sind in der Tabelle VII niedergelegt.

Bei näherer Betrachtung derselben erhellt, dass die stereometrische Methode beim Scheitholz grössere, beim Knüppel- und Reisholz im grossen Mittel kleinere Resultate liefert als das hydrostatische Verfahren.

Die grösseren Ergebnisse des Scheitholzes sind nun begründet:

1. in der mehr oder weniger rissigen Borke der stärkeren Stamm- und Astpartien, welche dieses Sortiment bekanntlich liefern;
2. in dem beim Klieben des Holzes entstehenden Spanverlust. [1])

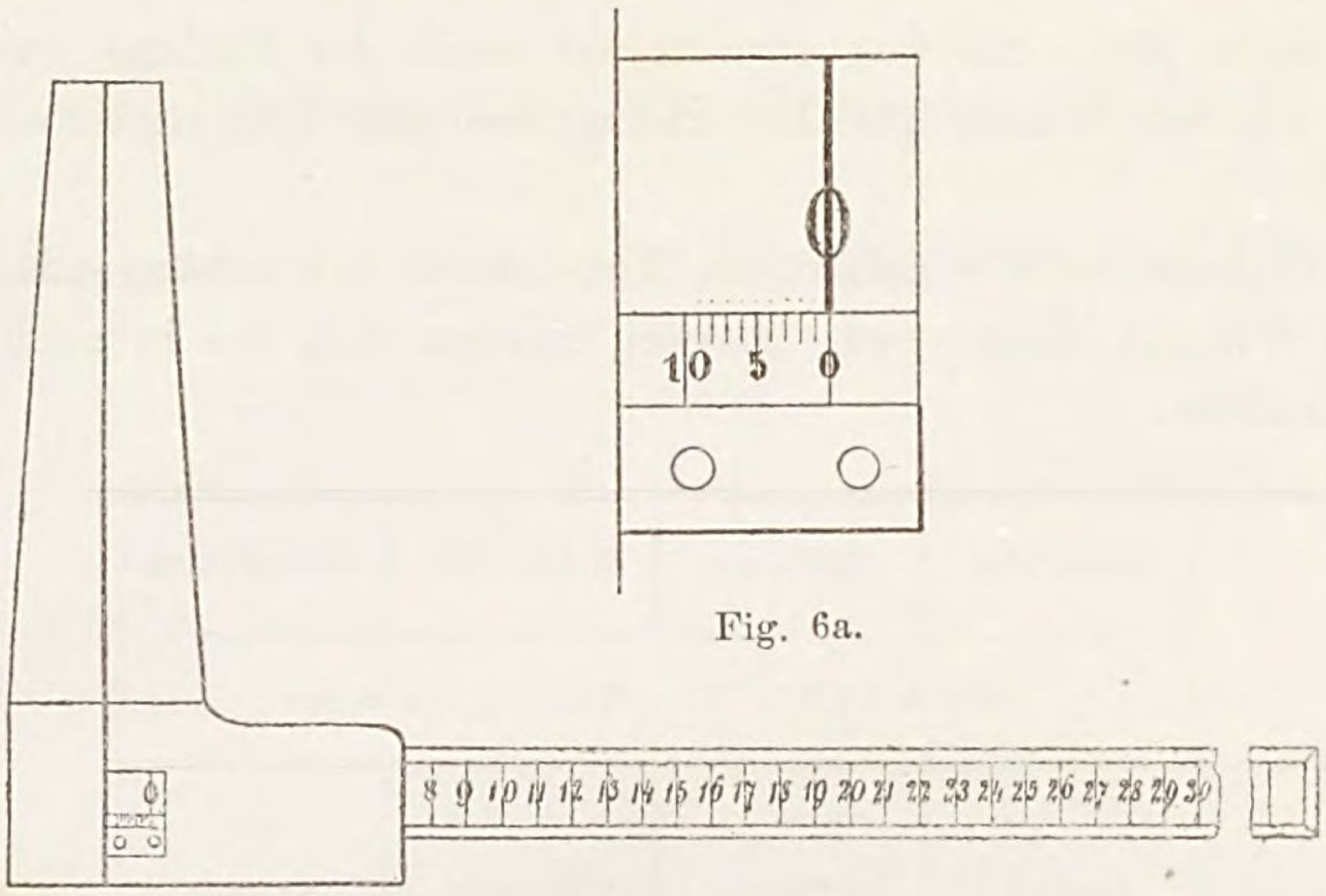


Fig. 6a.

Fig. 6.

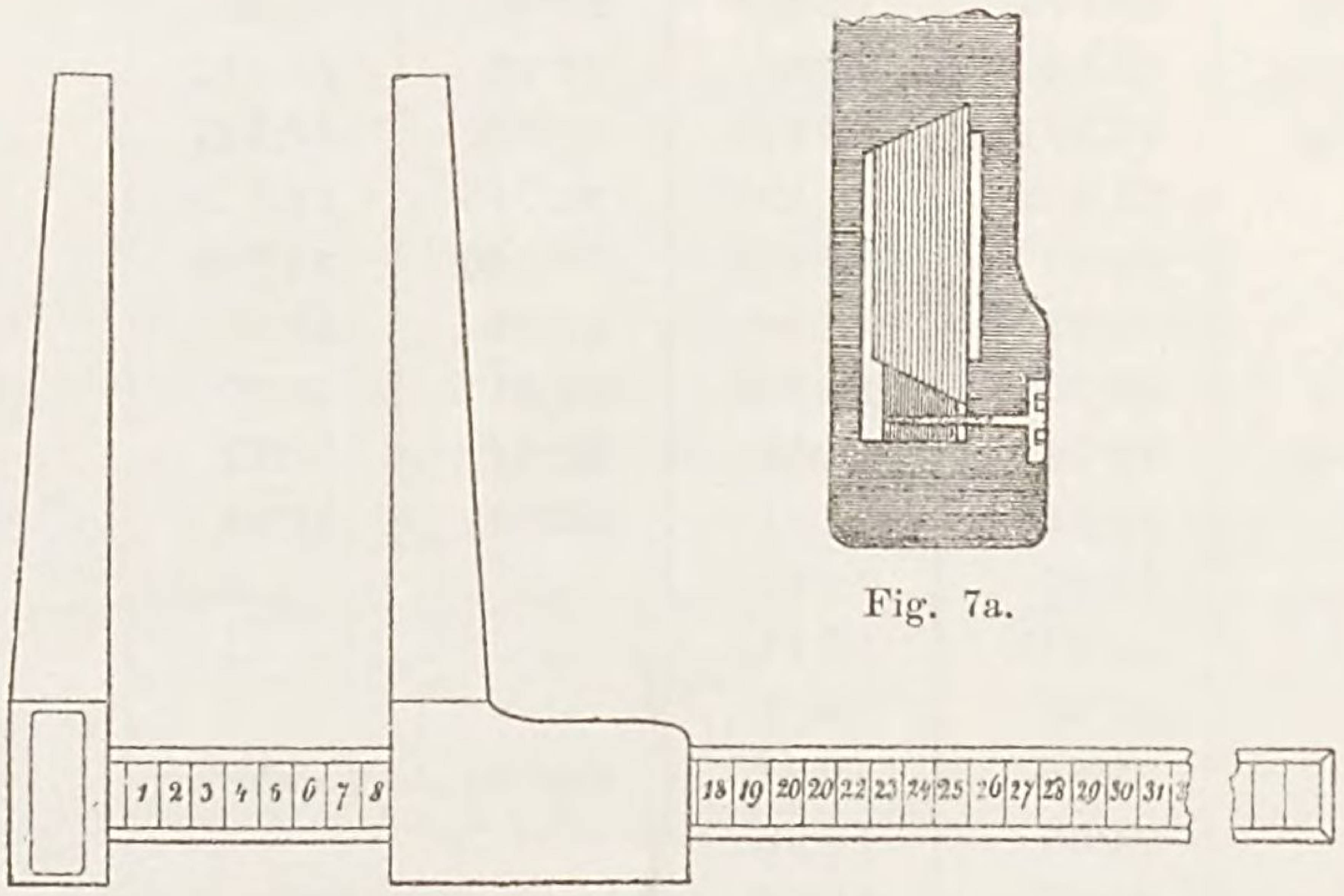


Fig. 7a.

Fig. 7.

Die geringeren Resultate beim Prügel- und Reisholz lassen sich dagegen erklären:

1. aus der mehr oder minder krummen Form dieses Sortimentes, und
2. aus den durch das Abästeln derselben entstehenden Erhabenheiten (besonders bei Reisig).

Wenn wir beim Sortiment-Ausschuss (Scheite II. Classe) kein scheinbar ausgesprochenes Gesetz vorfinden, so erklärt sich dies dadurch, dass hier der Uebergang von den positiven zu den negativen Grössen liegt. Ist nämlich das Ausschussholz Rundstücken entnommen, die ihrer geringen Dimensionen halber (14—20 Cm.) zu diesem Sortimente gehören, so wird die stereometrische Berechnung grössere Resultate liefern. Ist dagegen dieses Sortiment aus krumm- und drehwüchsigen Scheiten zusammengesetzt, so muss das Aichverfahren grössere Resultate geben.

Aus dem Gesagten folgt demnach im Allgemeinen Bezug auf die Vergleichung dieser beiden Berechnungsweisen:

[1]) Eine zur Ermittlung der Grösse des Spanverlustes angestellte Untersuchung ergab Folgendes:

1 Rm. Scheitholz (Weisskiefer)		
	stereometrisch	0·743459 FM.
	xylometrisch (Rundstücke getaucht)	0·726615 „
	xylometrisch (gekloben)	0·725765 „
	Demnach Spanverlust =	0·000850 FM.
2 Rm. Scheitholz (Weisskiefer)		
	stereometrisch	1·464756 FM.
	xylometrisch (ungekloben)	1·459320 „
	xylometrisch (gekloben)	1·451905 „
	Spanverlust =	0·007415 FM.
	per Rm. =	0·003708 „

Das stereometrische Verfahren liefert bei geraden und starken Rundstücken (unteren Stammpartien entnommen) **höhere,** bei den mehr oder weniger krummen und schwächeren Prügeln (obere Stammpartien, Astholz etc.) **geringere Resultate** als das Aichverfahren.[1])

Die Abweichungen sind übrigens keine so ausserordentlichen, dass man in Fällen der Praxis sich nicht dieses einfachen, billigen und jederzeit anwendbaren Messmittels bedienen kann. Für wissenschaftliche Untersuchungen, die eine grössere Genauigkeit beanspruchen, hat man dem hydrostatischen Verfahren jedenfalls den Vorzug zu geben.

2. Gang der Untersuchung.

Nachdem wir die nothwendigen Vorarbeiten zu Ende geführt hatten, schritten wir an die Ausführung der eigentlichen Festgehaltsuntersuchungen.

Hierbei diente uns die vom h. Ackerbauministerium im Jahre 1874 erlassene „Vorschrift für die Anwendung des metrischen Masses und Gewichtes im österreichischen Staatsforstdienste" als Grundlage. In Folge der früher erwähnten Greifswalder Conferenz erfuhr dieselbe im Frühjahre 1876 behufs Uebereinstimmung mit den im ganzen deutschen Reich geltenden diesbezüglichen Bestimmungen (siehe Seite 18) eine Aenderung. An die früher bei 15 Cm. gelegene Grenze für Scheit- und Prügelholz trat jetzt conform den deutschen Bestimmungen 14 Cm. Und für die Grenze zwischen Prügel und Reisholz wurde ein- für allemal 7 Cm. an Stelle der je nach den Holzabsatzverhältnissen früher gewählten 3 resp. 6 Cm. festgesetzt. Durch diese Aenderung sahen wir uns genöthigt, im Jahre 1876 ganz neue Untersuchungen für die Sortimente Prügel- und Reisholz anzustellen.

Die oben erwähnte „Vorschrift" lautet, die Sortimentsbildung betreffend:

B. Sortimentsbildung beim Holze.

1. In Bezug auf die Baumtheile ist zu unterscheiden:
 a) Derbholz, das ist die oberirdische Holzmasse über 7 Cm. Durchmesser einschliesslich der Rinde gemessen, mit Ausschluss des bei der Fällung am Stocke bleibenden Schaftholzes;
 b) Nicht-Derbholz ist die übrige Holzmasse, welche zerfällt in:
 α) Reisig: die oberirdische Holzmasse von einschliesslich 7 Cm. abwärts.
 β) Stockholz: die unterirdische Holzmasse und der bei der Fällung daran bleibende Theil des Schaftes.
2. In Bezug auf die Gebrauchsart werden unterschieden:
 a) Schichtnutzholz: das ist in Schichtmassen eingelegtes oder in Wellen eingebundenes Nutzholz;
 b) Geschichtetes Brenn- (Feuer-) Holz, das ist in Schichtenmassen eingelegtes oder in Wellen eingebundenes Brennholz (Heiz-, Feuer- oder Kohlholz) und Brennrinde;

[1]) Mit diesem eben abgeleiteten Satze und den auf den früheren Seiten vorgeführten Untersuchungsergebnissen über den Einfluss der Wasseraufsaugung auf die Reductionsfactoren glauben wir zur Genüge die in Burckhardt's: „Aus dem Walde" erschienenen Kraft'schen Kriterien über die Verwendung von Wasserapparaten entkräftet zu haben.

c) Bau- und Nutzholz in Stämmen und Stammabschnitten;

d) Nutzrinde;

e) Brennholz in Stämmen oder auch in Stammabschnitten, wenn die letzteren mehr als die ortsübliche Scheitlänge haben.

Auf Seite 10 u. ff.:

a) Alle Rundhölzer von einschliesslich 14 Cm. Durchmesser am schwächeren Ende abwärts bleiben ungespalten;

b) Klötzchen von mehr als 14 Cm. Durchmesser am schwächeren Ende sind zu spalten, und zwar solche bis 20 Cm. Durchmesser in Halbklüfte; solche von 21 bis 50 Cm. Durchmesser in Viertel- bis Achtelklüfte nach der Radienrichtung;

c) Rundhölzer von mehr als 50 Cm. Durchmesser am dünnen Ende sind mittelst Ausspalten eines vierseitigen Kerns, welcher durch Spalten nach der Diagonale in dreikantige Klüfte weiter getheilt werden kann, oder mittelst Spalten in zwei Kränze oder auch in anderer Anordnung, immer aber so in Scheite zu zerlegen, dass die einzelnen Spalten vom Rücken (an der Rindenseite), dann an den Spaltseiten 20 Cm. im Mittel nicht übersteigen, aber auch nicht bedeutend schwächer gemacht werden. Abweichungen von diesem mittleren Stärkenmasse sind bis 4 Cm. darüber oder darunter zu gestatten.

Sehr knorrige Klötzchen, welche nur mit unverhältnissmässigen Kosten zu zerspalten wären, bleiben entweder ganz oder es werden nur Theile von ihnen abgespalten. Solche Rundhölzer oder deren grössere unspaltige Theile bilden als „Knorren" oder unter sonstigen üblichen Namen eine abgesonderte Sorte, können auch einer minderen Scheiterqualität, bei Abgang einer solchen aber den ungespaltenen Rundhölzern zugewiesen werden.

Alle eben bezeichneten Hölzer scheiden sich überhaupt in:

harte (respective harte und halbharte),

weiche (respective weiche und sehr weiche),

und können bei besonderer Vorliebe der Käufer für gewisse Holzarten auch nach solchen speciell sortirt werden.

Innerhalb dieser Hauptgrenzen theilen sich die Brennhölzer in:

a) gesunde — höchstens bis 0·1 ihres Volumens mit schadhaften oder faulen Stellen;

b) anbrüchige — bis höchstens 0·5 ihres Volumes schadhaft oder in Zersetzung begriffen;

c) morsche oder moderige — welche zu mehr als 0·5 ihres Volumens anbrüchig und verdorben sind. Die Moderhölzer werden in der Regel als Abfallhölzer dem Ast- und Reisigwerk gleichzuhalten sein. Die anbrüchigen Hölzer müssten nach dem Grade ihrer Anbrüchigkeit in eine „nächst" oder „zweit tiefere Güte", respective „Preis-Classe" als sie bei gesunder Beschaffenheit angehören würden, zurückgestellt werden, oder falls sie der niedrigsten Classe in dem betreffenden Forste bei guter Beschaffenheit ohnehin zugetheilt wären, scheiden sie, gleich den Moderhölzern, zum Abraum- oder Abfallholze aus; die beiden ersteren selbst-

verstanden mit einem Kaufwerthe nur dort, wo das Abraumholz noch marktfähig ist.

Im Weiteren werden die Brenn- oder Feuerhölzer sortirt in:

d) Spaltscheite. So heissen alle mittelst Spalten aus Rundhölzern von über 14 Cm. am schwächeren Ende gewonnenen Theile von ganzer Scheitlänge;

e) Knüppel (Prügel), ungespaltene oder unzertheilte Klötzchen von einschliesslich 14 Cm. Durchmesser am schwächeren Ende abwärts bis zu 7 Cm. Durchmesser;

f) Reisig (Abfallholz — schwache Prügel — Gebundholz), Stangen und Gipfel-Stücke oder Aeste von einschliesslich 7 Cm. Durchmesser am schwächeren Ende abwärts; dann Abfallsstücke von unzureichender, jedoch von nicht mehr als der halben Scheit- oder Prügellänge, wenn dieselben nicht über 9 Cm. stark sind. — Dickere als 9 Cm. am schwächeren Ende und mehr als die halbe Scheitlänge messende Abfallstücke werden der entsprechenden Massengehaltssorte des anbrüchigen Holzes zugewiesen;

g) Brennrinde;

h) Stöcke (Wurzelstöcke), Brenn- oder Kohlholz aus gerodeten oder von Windfällen abgeschnittenen Stöcken, resp. aus deren Spalten und Wurzeln bestehend. Wie schon früher bemerkt, sind die Stockhöhen und Wurzellängen so zu normiren, dass nach entsprechendem Zerkleinern des Hauptstockes und seiner Wurzelansätze die Stockholzstösse auf die ganze oder halbe, für den betreffenden Forst vorgeschriebene, Scheitholz-Stosstiefe (Scheitlänge) geschichtet werden können.

Die Sorten bei *d, e, h,* auch die Hauptclassen „hart“ und „weich“, wie vorangehend angedeutet, lassen in Forsten mit höheren Brennholzpreisen noch Untersorten zu, falls diese eine genauere Preisbemessung und besseren Absatz sichern; sonst aber ist eine zu grosse Zersplitterung in Classen und Sorten beim Brennholze zu vermeiden.“

Unter Zugrundelegung dieser Vorschrift wurden nun die verschiedenen Sortimente von 14 Holzarten, nämlich:

Rothbuche *(Fagus sylvatica L.)*, Weissbuche oder Hainbuche *(Carpinus betulus L.)*, Stieleiche *(Quercus pedunculata Ehrh.)*, Rotherle *(Alnus glutinosa Gaertn.)*, Weissbirke *(Betula alba L.)*, Aspe *(Populus tremula L.)*, Fichte *(Abies excelsa D.C.)*, Weisstanne *(Abies pectinata D.C.)*, Lärche *(Larix europaea D.C.)*, Weisskiefer *(Pinus sylvestris L.)*, Schwarzkiefer *(Pinus austriaca Höss.)*;

ferner einzelne Sortimente der Holzarten:

Winterlinde *(Tilia parvifolia Ehrh.)*, Bergahorn *(Acer-Pseudo-platanus L.)*, Bruchweide *(Salix fragilis L.)*,

und zwar in den verschiedensten Waldgebieten der österreichischen Monarchie auf ihren Festgehalt untersucht. Die nachstehende Tabelle gibt die unsere Untersuchungen erläuternden geographischen Details.

Kronland	Wirthschaftsbezirk	Schutzbezirk (Revier)	Forstort (District)	Holzart
Niederösterreich	Lammerau	Ober-Krödl	Hammetberg	Rothbuche, Weissbuche, Stieleiche, Rotherle, Weissbirke, Aspe, Weisstanne, Weisskiefer
		Schöpfelgitter	Hollerriegel	Rothbuche, Rotherle, Weisstanne
			Gaisrücken	Aspe
	Klausen-Leopoldsdorf	Klausen-Leopoldsdorf	Weidenbachberg	Rothbuche, Weisstanne
			Haag	Rotherle, Weissbirke, Bruchweide, Weisstanne
			Lichtriegel	Weisstanne
		Hochstrass	Agsbachberg	Weisstanne
	St. Corona	St. Corona	Anitzgraben	Weisstanne, Lärche
			Niesenberg	Rothbuche, Weisstanne
			Hirschenstein	Bergahorn
	Hinterbrühl	Anninger	In der Lacken	Schwarzkiefer
	Gutenstein	Gutenstein	Steinapiesting: Gross-Sperberthal, Kohlgraben, Holzriese	Schwarzkiefer
Mähren	Langendorf	Langendorf	Oestlicher Spitzberg	Rothbuche, Weissbuche, Stieleiche, Winterlinde, Bergahorn, Fichte, Weisstanne, Weisskiefer
			Westlicher Spitzberg	Fichte, Weisstanne
			Pudelsdorfer Lehne	Weisskiefer
			Grundlahn	Rotherle
		Stralek	Straleker Lahn	Weissbuche, Fichte
		Zechitz	Flösslahn	Rothbuche, Weissbirke, Aspe
			Blitzberg	Rothbuche
	Friedland	Friedland	Buchenbühl	Rothbuche
			Thielhau	Fichte
			Giesserlahn	Weisstanne, Lärche
			Bierweg	Lärche
			Langeschlage	Lärche
Schlesien	Weichsel	Weichsel	Sallasch Czorny	Rothbuche
			Sallasch Tinków	Weisstanne
	Istebna	Istebna	Unter-Kubitkula	Fichte, Weisstanne
	Ustron	Ustron	—	Weisstanne
	Freudenthal	Messendorf	Messenwiese	Fichte, Lärche
			Schwarzwald	Stieleiche
Galizien	Dziewin	Baczków	Proszówki: Dębina Lisie bagno	Stieleiche, Rotherle, Weissbirke, Aspe, Weisskiefer

Die Untersuchungen über den Festgehalt der Raummasse, an welche sich die im II. Capitel erwähnten Gewichtsuntersuchungen anschlossen, wurden vom k. k. Forstassistenten Emil Böhmerle, dem in der Person des Ingenieurs Karl Böhmerle eine tüchtige Hilfskraft beigegeben war, ausgeführt.[1])

Der von ihm eingeschlagene Arbeitsgang war folgender:

Die Aufarbeitung des frisch geschlagenen Holzes für die einzelnen Raummasse geschah unter strenger Ueberwachung, behufs genauer Einhaltung der Scheitlängen und Sortimentsgrenzen seitens der Holzhauer. Dagegen fand eine Beeinflussung der Holzsetzer keineswegs statt, um zuverlässig concrete Waldmasse zu erhalten. Mit wenigen Ausnahmen wurden die Arbeiten im Taglohn ausgeführt.

Nach erfolgtem Einsetzen des Holzes ins Raummass, wurde dasselbe sofort der Untersuchung unterzogen. Das Tauchen des Holzes ins Aichgefäss besorgten die als tüchtig bewährten Arbeiter abwechselnd, die zur Vermeidung von Unzukömmlichkeiten unter strenger Controle standen. Die Zeitdauer der Untersuchung der Raumeinheit schwankte zwischen 15—28 Minuten.

Raummasse bei 0·5, 0·6, 0·8 Meter Scheitlänge, nahmen der vermehrten Stückzahl wegen eine grössere Untersuchungsdauer in Anspruch.

Bei der grössten Sorgfalt, die man der Untersuchung widmet, sind kleine Ablesungsfehler am Nonius nicht zu vermeiden. Sie addiren sich mit der Anzahl der Ablesungen. Um nun dieselben auf ein Minimum zu reduciren, erschien es unerlässlich, die Zahl der Ablesungen auf das geringste Mass zurückzuführen. Dies erreichte man dadurch, dass der Xylometer mit einer grösseren Menge von Untersuchungsobjecten gefüllt wurde. Die Sortimente Scheit, Ausschuss und Prügel reissen nur wenig Wasser bei ihrer Entnahme aus dem Xylometer mit sich fort. Die so entstehende Wasserabnahme betrug im Durchschnitt 0·05—1·3 Liter. Reisig, Stockholz und Gebundholz (Wellen) verlangen bei den xylometrischen Untersuchungen einer öfteren Nachfüllung des Aichgefässes, da deren grössere Stückzahl, respective voluminösere Form (Wellen), wegen der grösseren Gesammtbenetzungsfläche mehr Wasser absorbirt. (1·3—4 Liter.)[2])

Beim Tauchen der Wellen wurde nicht unterlassen, dieselben mehrmals im Wasser auf und ab zu bewegen, um die in den Zwischenräumen eingeengte Luft zu verdrängen.

[1]) Von den im Jahre 1875 vom k. k. Assistenten August Böhm ausgeführten Derbgehaltsbestimmungen wurde bei der diesjährigen Zusammenstellung der Resultate lediglich das Sortiment Gebundholz der Schwarzkiefer verwendet. Die 0·8 M. langen Sortimente der Rothbuche und Fichte wurden von den Herren A. Drechsler, erzherzoglicher Oberförster in Friedland und R. Langer, erzherzoglicher Förster in Zechitz auf den Derbgehalt untersucht.

[2]) Forstmeister Egger zu Dillingen sagt in seinem Aufsatze, „über die Bestimmung des soliden Holzmassengehaltes in den normalen — $3\frac{1}{2}$ Fuss, in der Länge und im Umfange — haltenden Wellen“ (Wedekind's Jahrbuch 1835 p. 2):

> „Wird nun der Kasten genau bis zu dem 0 Punkt mit Wasser gefüllt, sodann das Zäpfchen eingeschoben, und endlich eine Welle in den Kasten untergetaucht, so erhebt sich auch das Wasser in diesem über den Nullpunkt, und es ist die Masse desselben $= M$ ober diesem Punkte gleich dem Raume R, den das Holz in der Welle einnimmt, weniger der in diese eingedrungener Wassermenge E, und sohin $M = R - E$ oder auch die Welle $R = M + E$.“

Diese Formel ist falsch; denn würde man die Welle tauchen und sofort das verdrängte Wasser messen wollen, so müssten selbstverständlich etwas zu grosse Werthe resultiren, da die in der Welle enthaltene Luft mitgemessen würde. Egger addirt nun aber noch die Grösse E hinzu. Auf diese Art bekommt er eher den Inhalt sammt Zwischenräumen, als den Derbgehalt.

3. Besprechung der Resultate.

Tafel I.

Derbgehaltstafel für Scheitlänge respective Stosstiefe = 1 Meter.

Tafel III.

Derbgehaltstafel für Scheitlänge respective Stosstiefe von 0·5, 0·6, 0·8 und 1 Meter. Stosshöhe = 1 Meter.

In diesen Tafeln sind die auf xylometrischem Wege für die verschiedenen Holzarten respective deren Sortimente ermittelten Reductionsfactoren enthalten. Die Media repräsentiren die Durchschnittswerthe der Festgehalte und der Anzahl der Scheite respective Prügel per Raummeter. Erstere wurden mit einer Genauigkeit von vier Decimalen ermittelt und auf die dritte Decimale abgerundet.

Der Reductionsfactor ist abhängig von der Schlichtung und der räumlichen Grösse der ins Schichtmass eingelegten Stücke. Abgesehen von ersterer (mittelgute Schichtung vorausgesetzt), wird der Derbgehalt mit abnehmender Grösse der einzelnen Stücke (Kloben, Scheite) ein geringerer. Daraus folgt:

> Der Derbgehalt des Raummasses nimmt im verkehrten Verhältnisse zur Stückzahl ab respective zu.

Da nun die Sortimentsbildung abhängig ist von den Dimensionen der ihr unterstehenden Holzpartien, so muss der Derbgehalt der ersten Qualität (Scheitholz) grösser als der der zweiten (Ausschuss) etc. sein, d. h.

> Mit der Qualität des Sortimentes nimmt auch der Derbgehalt ab.

Weiters ist der Derbgehalt abhängig von der Beschaffenheit der Holzstücke. Je krummer und knorriger die in's Raummass eingesetzten Stücke sind, desto geringer ist der Reductionsfactor. Auch die Länge des Holzes übt einen grossen Einfluss auf den Festgehalt aus, da sich kürzeres Holz, des kleineren Krümmungsradius wegen, dichter in das Raummass einlegt.

Es wird daher:

> Mit der Länge der in's Raummass eingelegten Stücke der Derbgehalt im verkehrten Verhältniss ab- respective zunehmen.

Um diese Sätze auf unsere Resultate anwenden zu können, müssen wir die Sortimente in drei Gruppen theilen:

a) ungeklobene,
b) geklobene (Scheitholz),
c) unregelmässige (Rumpen, Stockholz).

Eine Vergleichung des Derbgehaltes der einzelnen Sortimente ist **nur** unter Zugrundelegung obiger Eintheilung möglich, indem nur gleichartige Grössen einem Vergleiche unterzogen werden können.

Um aber doch einen functionellen Zusammenhang zwischen diesen Gruppen (besonders zwischen *a* und *b*) zu finden, ist es nothwendig, dieselben auf den einen oder den anderen Zustand zurückzuführen — mit anderen Worten:

Soll der Derbgehalt von Scheitholz, respective Ausschuss mit dem von Knüppel-, respective Reisigholze verglichen werden, so darf man diese Sortimente entweder nur im ungeklobenen oder nur im geklobenen Zustande einander gegenüberstellen.

Vergleichen wir die Sortimente im ungeklobenen Zustande.

Laut Vorschrift bewegen sich die Sortimentsgrenzen

bei Reisig von 0 bis incl. 7 Cm.
„ Knüppel über 7 „ „ 14 „
bei Scheitholz über 14 Cm.

Je grösser die Dimensionen sind, desto geringer ist die Stückzahl im Raummeter. Es muss daher nach einem früheren Satze

Der Derbgehalt des Scheitholzes grösser, als der des Knüppelholzes und dieser wieder grösser als der des Reisigholzes sein.

Ein Beispiel hierzu liefern uns die Resultate für die ungeklobenen Sortimente der Schwarzkiefer (Tafel I).

Dieselben sind:

Nutzscheitholz	0·818 F.-M.
Scheitholz erster Classe	0·771 „
„ zweiter „	0·758 „
Knüppel	0·725 „
Reisig	0·614 „

Nach den von uns angestellten Kliebungsversuchen (Seite 41) resultirt, dass sich das nach dem Klieben der Rundstücke in's Raummass eingelegte Holz höher aufsetzt, als im ungeklobenen Zustande, d. h.

Nach dem Klieben wird der Derbgehalt der Raumeinheit (Rm.) kleiner.

Dieser Satz, angewendet auf obige Resultate der Schwarzkiefer, muss auch hier sich bewähren.

In der That finden wir:

Nutzscheitholz . . .	0·781	gegen 0·818,	Differenz	0·037 F.-M.
Scheitholz	0·728	„ 0·771	„	0·043 „
Ausschuss	0·701	„ 0·758	„	0·057 „

Die Differenz nimmt zu mit der Abnahme des Querschnittes der Rundstücke, d. h. der Derbgehalt wird durch das Klieben per Raumeinheit um so geringer, je kleiner der Querschnitt der Rundstücke wird. Daraus folgt:

Die ungeklobenen Sortimente müssen grössere Derbgehalte aufweisen, als die deren Grenzen zunächst liegenden geklobenen Sortimente.

Da nun die Sortimente Knüppel und Reisig im geklobenen Zustande nicht zur Verwendung gelangen, so unterstehen deren Reductionsfactoren dem eben citirten Satze.[1])

[1]) Zu demselben Resultate gelangten wir bereits im Vorjahre auf empirischem Wege. Wurden auch hie und da Zweifel ob der ungewohnten Ergebnisse laut, so geschah dies gewiss nur in der Absicht, uns zu einer erläuternden Belehrung aufzumuntern. Ob und in welcher Weise diese uns gelungen, möge der denkende Forstmann selbst entscheiden.

Diese Behauptung unterliegt jedoch einer Voraussetzung — nämlich, dass die auf den Derbgehalt zu vergleichenden Sortimente, Holz von ähnlicher Beschaffenheit aufweisen.

Ist dies nicht der Fall, d. h. sind die, die ungeklobenen Sortimente liefernden Stamm- oder Astpartien wegen Krumm- oder Drehwüchsigkeit von den stärkeren Stammpartien in der Form wesentlich verschieden, so wird der Derbgehalt der Sortimente „Knüppel, Reisig“ im Verhältniss zu der unregelmässigen Form der Prügel abnehmen.

Diese Abnahme ist in den Tafeln I und III überall dort ersichtlich, wo der Reductionsfactor des Knüppelholzes niederer ist als der des Ausschusses.

Die Sortimente „Rumpen, Stockholz“ lassen eine eingehende Vergleichung nicht zu, da sie, wegen ihrer zu unregelmässigen Form, keinem prägnant ausgesprochenen Gesetze unterworfen sind. Es gilt im Allgemeinen jedoch auch hier der Satz, dass je voluminöser und kürzer die einzelnen Stücke sind, desto grösser der Derbgehalt sein werde.

Einen klaren und übersichtlichen Einblick in diese Verhältnisse gewähren uns die graphischen Darstellungen Tafel X und XI. Die Ab- und Zunahme des Derbgehaltes der Raummasse ist durch Curven veranschaulicht.

Die Grösse der Factoren und die Stückanzahl ist an den zu beiden Seiten der Tafeln angebrachten Scalen ablesbar.

Die Unterscheidung nach „hart“ und „weich“ geschah nach Nördlinger's Angabe, nur mit der Abweichung, dass wir ein „sehr weich“ nicht mehr in Rechnung zogen. Dieserhalb rangirt die Holzart Aspe unterm weichen Holze.

Die Schwarzkiefer wurde auch im ungeklobenen Zustande untersucht, da diese Holzart, der schweren Spaltbarkeit halber, selten im geklobenen Zustande zur Verwendung gelangt.

Tafel II.

Derbgehaltstafel für Stossüberhöhen von 6, 8 und 10 Centimeter. — Scheitlänge resp. Stosstiefe = 1 Meter.

Tafel IV.

Derbgehaltstafel für Stossüberhöhen von 6, 8 und 10 Centimeter. — Scheitlänge resp. Stosstiefe = 0·5, 0·6 und 0·8 M. Stosshöhe = 1 Meter.

Obgleich schon mancher Schriftsteller die Unzweckmässigkeit des Uebermassgebens nachgewiesen und auf die vielen Unzulänglichkeiten, welche dasselbe im Gefolge hat, aufmerksam gemacht hat, war es bisher noch nicht möglich, in Oesterreich mit diesem tief eingewurzelten Uebel allgemein zu brechen. Wir mussten daher auch diesem Umstande Rechnung tragen und Untersuchungen über den Einfluss verschiedener Uebermasse auf den Derbgehalt der Raummasse anstellen. Die diesbezüglichen im Februar-Heft des Centralblattes für das gesammte Forstwesen veröffentlichten Resultate zeigen: dass die Derbgehalte der Raummasse den conjugirten Uebermassen nicht direct proportional sind.

So fanden wir z. B. beim Scheitholze I. Classe der Holzart Rothbuche einen Festgehalt per Raummeter.

Ohne Uebermass . . .	0·680	0·680		
6 Cm. „ . . .	0·706	statt 0·721,	Differenz	0·015 F.-M.
8 „ „ . . .	0·729	„ 0·734	„	0·005 „
10 „ „ . . .	0·736	„ 0·748	„	0·012 „

Da jedoch bei dem jetzigen Stande der Forstwirthschaft Grössendifferenzen wie 0·015, 0·005, 0·012 Cm. kaum der Berücksichtigung werth erscheinen, haben wir die Tafeln II und IV unter Zugrundelegung der Tafeln I und III berechnet.

In einer Abhandlung betitelt „Metermass. Uebermass", erschienen in den kritischen Blättern vom Jahre 1862. 44. Band, II. Heft sagt Nördlinger auf Seite 52 u. f. u. A.:

„Aehnliche Uebelstände hat das sogenannte Uebermass beim Klafterholz. Wir müssen es als eine, wenn auch allgemeine Thorheit ansehen. Einmal hat es nur für den Holzhändler einen Werth, weil von ihm auf Grund des Bestehenden verlangt wird, dass er auf dem Markt das volle Klafter reiche. Allein er verkauft es in der Regel nicht so trocken, dass das Uebermass sich rechtfertigte, vielmehr häufig, nachdem das Holz feucht oder in der Dachtraufe gesessen hatte, also nur im halbtrockenen Zustand, er steckt somit das Uebermass in die Tasche. Wer dagegen seinen Holzbedarf selbst erkauft, verliert nicht nur nicht beim Eintrocknen der Klafter sondern gewinnt an Brennkraft. Zum andern, warum soll gerade beim Klafterholz eine Entschädigung für das Schwinden gereicht werden, wenn es sonst bei keinem Sortiment geschieht? Wem fällt es ein, wegen des nachherigen Austrocknens, Leichterwerdens und Schwindens des grünen Reisigs auch nur eine Welle auf das Hundert mehr zu geben oder zu beanspruchen? Welcher Waldbesitzer rechnet ferner bei dem ungleich theurern Stammholz auch nur einen Cent vom Durchmesser eines Meters ab, obgleich doch das Stammholz eben so stark schwindet als das Klafterholz, ja bei diesem der Käufer in der Regel noch die für ihn werthlose Rinde mit annehmen muss? Auch andere Nebenproducte des Waldes, wie Obst, Eicheln, Bucheln u. s. w. schwinden nach der Einheimsung, und doch reicht Niemand eine Zubusse, um dafür zu entschädigen. In der That wäre es lächerlich z. B. beim Masse des Reisigs auf das Schwinden Rücksicht nehmen zu wollen, da sein ganzer Holzgehalt unendlich schwankender ist, als der durch das Schwinden entstehende Unterschied u. dgl.

— — — — — — — — — — — — — — — — — —

— — — — — — — — — — — — — — — — — —

Welchen Gebrauch machte man ferner bisher von dem vorgeschriebenen Uebermass: Ist es z. B. schon wegen der Ungleichförmigkeit der Scheiter schwer, genau 5 Zoll Uebermass auf 6 Fuss Klafter Höhe zu geben, so werden vollends die 2·5 Zoll für Halbe- und Viertelklafter ideal: man gibt eher 3 Zoll oder mehr, um nicht hinter der Vorschrift zurück zu bleiben, so dass öfters wegen der offenbar grösseren Ueberlage 2 halbe Klafter einer ganzen vom Käufer vorgezogen werden. Von speculativen Waldbesitzern wird sodann das Uebermass zum Nachtheil der waldbesitzenden Nachbarn eben so missbraucht, wie die bekannte Durchschichtung des Reisigholzes mit Prügeln, welche stärker sind als die Massordnung zulässt. Sie locken dadurch die Holzkäufer nach ihren Schlägen und die Nachbarn sehen sich bald genöthigt, dieselbe starke oder noch stärkere Ueberlage zu geben, um nicht in Nachtheil zu kommen. Solches ist ein um so mehr bedauerlicher Uebelstand für den Verkehr, als schon das dichtere oder hohlere Aufschichten des Klafterholzes, sowie ihr innerer Werth und der Grad etwaigen Ersticktseins, in der Regel Gegenstand blosser Schätzung bleiben müssen.

— — — — — — — — — — — — — — — — — — —

— — — — — — — — — — — — — — — — — — —

Möge jeder Waldbesitzer danach streben, den Werth seines Klafterausgebots durch gute Sortirung, Reinbehauen, dichtes Aufsetzen u. dgl. zu empfehlen, nur innerhalb des selbstbegrenzten Klaftermasses. Eine Ueberschreitung desselben aber und die Begünstigung der Ueberschreitung durch das gesetzlich gestattete Uebermass, wirken eben so verkehrt, als wenn der Einzelne wegen besonders schöner Beschaffenheit seines Klafter- oder Wellenholzes eine entsprechende Anzahl Prozente am Holzmass abbrechen wollte. Der einzig richtige von der Gesetzgebung einzuschlagende Weg ist somit die Aufhebung allen und jeden Uebermasses, wie dies im Grossherzogthum Hessen geschehen ist."

Tafel V (a und b).

Derbgehalts-Summentafel.

Da es von grossem praktischem Werthe ist, den Festgehalt einer Mehrzahl von Raummeter schnell zu erfahren, haben wir vorstehende Tafel ausgearbeitet. Dieselbe lässt eine Genauigkeit von zwei Decimalen zu, eine Grenze, über die wohl selten bei ähnlichen Berechnungen geschritten werden dürfte. Die Einrichtung dieser Tafel bedarf ihrer grossen Einfachheit halber, keines weiteren Commentars.

Tafel VI.

Procent-Tafel. Wechselbeziehungen des Derbgehaltes der Holzsortimente der wichtigsten Waldbäume.

Obwohl nicht von derselben praktischen Bedeutung, wie Tafel V (a und b), bietet doch Tafel VI genug des Interessanten.

Es handelt sich nämlich oft darum, den Procentsatz zu wissen, um welchen der Reductionsfactor irgend eines Holzsortimentes grösser oder kleiner ist, als der eines andern Sortimentes dieser oder jener Holzart.

Um auch diesem Bedürfnisse Rechnung zu tragen, haben wir diese Tafel in der Art und Weise angelegt, dass der Derbgehalt eines jeden Holzsortimentes mittelst Procenten seines Gehaltes die Grösse aller übrigen Reductionsfactoren ausdrückt, und zwar bezeichnen die schwarzen Ziffern den zu subtrahirenden, die rothen den zu addirenden Procentsatz.

Wollte man z. B. wissen, wie gross die Reductionsfactoren des Sortimentes Nutzscheitholz der Holzarten Weissbirke, Weisstanne und Schwarzkiefer sind, wenn der Derbgehalt desselben Sortimentes der Rothbuche 0·755 ist, so findet man in der Horizontal-Colonne Rothbuche bei Nutzscheitholz unseren Anforderungen entsprechende Procentsätze.

Wir finden bei:

Weissbirke . .	— 5·70	Procent,	daher	gesuchter	Factor	=	0·712	F.-M.
Weisstanne . .	+ 0·79	"	"	"	"	=	0·761	"
Schwarzkiefer . .	+ 3·44	"	"	"	"	=	0·781	"

Derbgehaltstafel.

Zusammenstellung der auf xylometrischem Wege gewonnenen Resultate über den Festgehalt der Raummasse.

Scheitlänge resp. Stosstiefe = 1 Meter.

Derbholz — Schichtnutzholz: Nutz-Scheitholz; Brenn- oder Feuerholz: Scheitholz (I. Classe; II. Classe (Ausschuss); III. Classe (Knorren, Rumpen)), Knüppel (Prügel). **Nicht-Derbholz**: Reisig (schwache Prügel), Stockholz, Gebundholz*). Angaben per Raummeter ohne Stossüberhöhe (Darr- oder Schwindscheit).

Holzart	Nutz-Scheitholz: Anzahl der Scheite Max.	Med.	Min.	Derbgehalt in Fm. Max.	Med.	Min.	I. Classe: Anzahl der Scheite Max.	Med.	Min.	Derbgehalt in Fm. Max.	Med.	Min.	II. Classe (Ausschuss): Anzahl der Scheite Max.	Med.	Min.	Derbgehalt in Fm. Max.	Med.	Min.
Laubholz																		
Rothbuche (*Fagus sylvatica L.*)	54	43	32	0·787	0·755	0·732	57	49	39	0·717	0·680	0·606	69	57	56	0·698	0·650	0·629
Weissbuche (*Carpinus betulus L.*)	36	31	26	0·733	0·713	0·693	46	37	33	0·686	0·653	0·635	60	58	54	0·639	0·604	0·588
Stieleiche (*Quercus pedunculata Ehrh.*)	41	37	31	0·754	0·724	0·702	44	39	32	0·704	0·670	0·638	55	51	48	0·594	0·576	0·547
Rotherle (*Alnus glutinosa Gaertn.*)	37	32	28	0·728	0·721	0·702	49	40	33	0·715	0·673	0·637	64	53	44	0·656	0·617	0·565
Weissbirke (*Betula alba L.*)	41	40	39	0·723	0·712	0·706	48	45	38	0·695	0·647	0·633	75	62	44	0·636	0·598	0·581
Aspe (*Populus tremula L.*)	43	33	29	0·802	0·768	0·751	47	38	36	0·726	0·684	0·654	73	60	52	0·645	0·622	0·597
Nadelholz																		
Fichte (*Abies excelsa D.C.*)	37	34	29	0·817	0·781	0·724	52	42	33	0·761	0·698	0·668	58	53	49	0·696	0·677	0·656
Weisstanne (*Abies pectinata D.C.*)	40	34	27	0·782	0·761	0·732	47	39	29	0·744	0·679	0·590	66	53	44	0·696	0·659	0·618
Lärche (*Larix europaea D.C.*)	32	28	25	0·793	0·768	0·749	37	36	33	0·706	0·690	0·679	79	66	52	0·695	0·665	0·648
Weisskiefer (*Pinus sylvestris L.*)	34	30	27	0·819	0·800	0·781	44	37	30	0·704	0·681	0·635	64	47	33	0·668	0·646	0·577
Schwarzkiefer (*Pinus austriaca Höss*) gekloben	29	25	22	0·809	0·781	0·758	31	29	26	0·743	0·728	0·712	54	44	29	0·723	0·701	0·643
Schwarzkiefer (*Pinus austriaca Höss*) ungekloben	15	12	11	0·835	0·818	0·793	17	15	14	0·834	0·771	0·669	29	28	26	0·775	0·758	0·747
	3**)	3	3				8	6	9					3	5			
Hartes Holz																		
Rothbuche, Weissbuche, Stieleiche	54	38	26	0·787	0·731	0·693	57	43	32	0·717	0·670	0·606	69	59	48	0·698	0·628	0·547
Weiches Holz																		
Rotherle, Weissbirke, Aspe, Fichte, Weisstanne, Lärche, Weisskiefer, Schwarzkiefer	43	32	22	0·819	0·765	0·702	52	39	26*	0·761	0·683	0·590	79	55	29	0·723	0·646	0·565

Holzart	III. Classe (Knorren, Rumpen): Anzahl der Scheite Max.	Med.	Min.	Derbgehalt in Fm. Max.	Med.	Min.	Knüppel (Prügel): Anzahl der Knüppel Max.	Med.	Min.	Derbgehalt in Fm. Max.	Med.	Min.	Reisig (schwache Prügel): Anzahl der Prügel Max.	Med.	Min.	Derbgehalt in Fm. Max.	Med.	Min.
Laubholz																		
Rothbuche	37	33	27	0·622	0·589	0·560	98	76	60	0·637	0·573	0·496	267	207	102	0·483	0·447	0·417
Weissbuche	33	29	27	0·579	0·579	0·578	107	87	78	0·610	0·589	0·561	230	207	183	0·467	0·434	0·402
Stieleiche	36	31	26	0·596	0·572	0·552	79	73	64	0·589	0·560	0·501	300	205	138	0·430	0·393	0·355
Rotherle	—	—	—	—	—	—	78	68	62	0·662	0·561	0·519	396	254	171	0·461	0·406	0·356
Weissbirke	—	—	—	—	—	—	95	82	76	0·607	0·591	0·583	420	247	174	0·526	0·480	0·392
Aspe	—	—	—	—	—	—	101	79	60	0·635	0·604	0·563	320	256	186	0·441	0·403	0·367
Nadelholz																		
Fichte	—	—	—	—	—	—	128	94	86	0·770	0·734	0·637	344	306	274	0·670	0·636	0·624
Weisstanne	—	—	—	—	—	—	138	95	58	0·692	0·647	0·610	356	243	128	0·660	0·484	0·417
Lärche	—	—	—	—	—	—	251	93	70	0·734	0·693	0·626	279	256	222	0·610	0·596	0·538
Weisskiefer	—	—	—	—	—	—	70	66	65	0·694	0·648	0·587	227	216	188	0·485	0·423	0·389
Schwarzkiefer gekloben	—	—	—	—	—	—	93	77	55	0·732	0·725	0·708	259	240	228	0·666	0·614	0·563
Schwarzkiefer ungekloben	—	—	—	—	—	—												
Hartes Holz																		
Rothbuche, Weissbuche, Stieleiche	37	34	26	0·622	0·581	0·552	107	84	60	0·637	0·573	0·496	300	207	102	0·483	0·439	0·355
Weiches Holz																		
Rotherle, Weissbirke, Aspe, Fichte, Weisstanne, Lärche, Weisskiefer, Schwarzkiefer	—	—	—	—	—	—	251	84	55	0·770	0·637	0·519	420	251	128	0·670	0·502	0·356

Holzart	Stockholz: Derbgehalt in Fm. Max.	Med.	Min.	Gebundholz*) pr. 100 St. Wellen	Anzahl der untersuchten Raummeter und Gebunde: Nutz-Scheitholz	Scheitholz Classe I.	II.	III.	Knüppel	Reisig	Stockholz	Gebundholz	Total: Raummeter	Gebunde
Laubholz														
Rothbuche	0·410	0·393	0·363	1·503	5	26	20	6	84	28	15	77	184	77
Weissbuche	0·435	0·407	0·386	1·808	2	8	6	3	4	2	3	118	28	118
Stieleiche	0·420	0·419	0·419	1·468	11	28	6	5	5	5	3	100	63	100
Rotherle	0·478	0·457	0·441	1·669	3	12	11	—	14	8	4	100	52	100
Weissbirke	0·486	0·484	0·483	1·754	2	6	9	—	21	15	3	70	56	70
Aspe	0·520	0·488	0·470	1·778	3	16	14	—	6	4	3	93	46	93
Nadelholz														
Fichte	0·568	0·517	0·439	1·582	8	38	10	—	11	6	20	100	93	100
Weisstanne	0·583	0·442	0·387	1·567	19	45	15	—	21	13	65	544	178	544
Lärche	0·593	0·588	0·569	2·463	4	9	13	—	16	8	5	83	55	83
Weisskiefer	0·502	0·460	0·439	1·442	2	25	14	—	5	5	3	118	54	118
Schwarzkiefer gekloben	0·577	0·543	0·509	1·509	7	7	6	—	6	5	4	1000	54	1000
Schwarzkiefer ungekloben					5	9	5	—						
Hartes Holz														
Rothbuche, Weissbuche, Stieleiche	0·435	0·399	0·363	1·613	18	62	32	14	93	35	21	295	275	295
Weiches Holz														
Rotherle, Weissbirke, Aspe, Fichte, Weisstanne, Lärche, Weisskiefer, Schwarzkiefer	0·593	0·470	0·387	1·648	48	158	92	—	110	64	107	2108	579	2108

*) Das Gebundholz (Reisholzwellen) hat 1 Meter Länge und 1 Meter Umfang. 100 Gebunde in das Raummass eingesetzt, ergaben im Durchschnitt 8 Raumcubikmeter.

**) Anzahl der Spaltscheite, die zum Auslegen der Zwischenräume verwendet wurden.

Tab. II.

Derbgehaltstafel.*)

Resultate über den Derbholzgehalt der Raummasse bei 6, 8 und 10 Centimeter Stossüberhöhe.

Scheitlänge resp. Stosstiefe = 1 Meter.

Holzart	Stossüberhöhe in Centimeter	Derbholz										Nicht-Derbholz		
		Schicht-Nutzholz		Brenn- oder Feuerholz										
		Nutz-Scheitholz		Scheitholz I. Classe		Scheitholz II. Classe		Scheitholz III. Classe		Knüppel (Prügel)		Reisig (schwache Prügel)		Stockholz
		Anzahl der Scheite	Derbgehalt in Fm.	Anzahl der Scheite	Derbgehalt in Fm.	Anzahl der Scheite	Derbgehalt in Fm.	Anzahl der Scheite	Derbgehalt in Fm.	Anzahl der Knüppel	Derbgehalt in Fm.	Anzahl der Prügel	Derbgehalt in Fm.	Derbgehalt in Fm.
		per Raummeter im Mittel												
Laubholz														
Rothbuche (*Fagus sylvatica L.*)	6	46	0·800	52	0·721	60	0·689	35	0·624	80	0·607	219	0·474	0·417
	8	46	0·815	53	0·734	61	0·702	36	0·636	82	0·619	224	0·483	0·424
	10	47	0·831	54	0·748	63	0·715	36	0·648	84	0·630	228	0·492	0·432
Weissbuche (*Carpinus betulus L.*)	6	33	0·756	39	0·692	61	0·640	31	0·614	92	0·624	219	0·460	0·417
	8	33	0·770	40	0·705	63	0·652	31	0·625	94	0·636	224	0·469	0·424
	10	34	0·784	41	0·718	64	0·664	32	0·637	96	0·648	228	0·477	0·432
Stieleiche (*Quercus pedunculata Ehrh.*)	6	39	0·767	41	0·710	54	0·611	33	0·606	77	0·594	217	0·417	0·444
	8	40	0·782	42	0·724	55	0·622	33	0·618	79	0·605	221	0·424	0·453
	10	41	0·796	43	0·737	56	0·634	34	0·629	80	0·616	225	0·432	0·461
Rotherle (*Alnus glutinosa Gaertn.*)	6	34	0·764	42	0·713	56	0·654	—	—	72	0·595	269	0·430	0·484
	8	34	0·779	43	0·727	57	0·666	—	—	73	0·606	274	0·438	0·494
	10	35	0·793	44	0·740	58	0·679	—	—	75	0·627	279	0·447	0·503
Weissbirke (*Betula alba L.*)	6	42	0·755	48	0·686	66	0·634	—	—	87	0·626	262	0·509	0·513
	8	43	0·769	49	0·699	67	0·646	—	—	88	0·638	267	0·518	0·523
	10	44	0·783	49	0·712	68	0·658	—	—	90	0·650	272	0·528	0·532
Aspe (*Populus tremula L.*)	6	35	0·814	40	0·725	64	0·659	—	—	84	0·640	271	0·427	0·517
	8	36	0·829	41	0·739	65	0·672	—	—	85	0·652	276	0·435	0·527
	10	36	0·845	42	0·752	66	0·684	—	—	87	0·664	281	0·443	0·537
Nadelholz														
Fichte (*Abies excelsa D.C.*)	6	36	0·828	44	0·740	56	0·718	—	—	100	0·778	324	0·674	0·548
	8	37	0·843	45	0·754	57	0·731	—	—	101	0·793	330	0·687	0·558
	10	37	0·859	46	0·768	58	0·745	—	—	103	0·807	331	0·699	0·569
Weisstanne (*Abies pectinata D.C.*)	6	36	0·807	41	0·720	56	0·699	—	—	101	0·686	257	0·513	0·469
	8	37	0·822	42	0·733	57	0·712	—	—	103	0·699	262	0·523	0·477
	10	37	0·837	43	0·747	58	0·725	—	—	104	0·712	267	0·532	0·486
Lärche (*Larix europaea D.C.*)	6	30	0·814	38	0·731	70	0·705	—	—	99	0·735	271	0·632	0·623
	8	30	0·829	39	0·745	71	0·718	—	—	100	0·748	276	0·644	0·635
	10	31	0·845	40	0·759	72	0·732	—	—	102	0·762	282	0·656	0·647
Weisskiefer (*Pinus sylvestris L.*)	6	32	0·848	39	0·722	50	0·685	—	—	70	0·687	229	0·448	0·488
	8	32	0·864	40	0·735	51	0·698	—	—	71	0·700	233	0·457	0·497
	10	33	0·880	41	0·749	52	0·711	—	—	73	0·713	238	0·465	0·506
Schwarzkiefer (*Pinus austriaca Höss.*)	6	26	0·828	31	0·772	47	0·743	—	—	82	0·769	254	0·651	0·576
	8	27	0·843	31	0·786	47	0·757	—	—	83	0·783	259	0·663	0·586
	10	27	0·859	32	0·801	48	0·771	—	—	85	0·798	264	0·675	0·597
Hartes Holz														
Rothbuche, Weissbuche, Stieleiche	6	41	0·775	46	0·710	62	0·666	36	0·616	89	0·607	219	0·465	0·423
	8	41	0·789	46	0·724	64	0·678	37	0·627	91	0·619	221	0·474	0·431
	10	42	0·804	47	0·737	65	0·691	37	0·639	92	0·630	223	0·483	0·439
Weiches Holz														
Rotherle, Weissbirke, Aspe, Fichte, Weisstanne, Lärche, Weisskiefer, Schwarzkiefer	6	34	0·811	41	0·724	58	0·685	—	—	89	0·675	266	0·532	0·498
	8	34	0·826	42	0·738	59	0·698	—	—	91	0·688	271	0·542	0·508
	10	35	0·842	43	0·751	60	0.711	—	—	92	0·701	276	0·550	0·517

*) Unter Zugrundelegung der Tabelle I durch Rechnung festgestellte Mittel-Werthe.

Tab. III.

Derbgehaltstafel.

Zusammenstellung der auf xylometrischem Wege gewonnenen Resultate über den Festgehalt der Raummasse.

Scheitlänge resp. Stosstiefe = 0·5, 0·6, 0·8 und 1 Meter.

Stosshöhe = 1 Meter.

Holzart	Scheitlänge resp. Stosstiefe in Meter	Derbholz: Schichtnutzholz: Nutz-Scheitholz						Brenn- oder Feuerholz: Scheitholz: I. Classe						II. Classe (Ausschuss)					
		Anzahl der Scheite			Derbgehalt in Fm.			Anzahl der Scheite			Derbgehalt in Fm.			Anzahl der Scheite			Derbgehalt in Fm.		
		per Raummeter ohne Stossüberhöhe (Darr- oder Schwindscheit)																	
		Max.	Med	Min.	Max.	Med.	Min.	Max.	Med.	Min.	Max.	Med.	Min.	Max	Med.	Min.	Max.	Med.	Min.
Rothbuche *(Fagus sylvatica L.)*	0·5	68	65	64	0·808	0·800	0·796	94	88	82	0·758	0·741	0·725	161	151	140	0·734	0·715	0·698
	0·6	53	49	47	0·824	0·793	0·776	90	67	54	0·726	0·707	0·671	129	110	90	0·686	0·665	0·636
	0·8	82	47	44	0·789	0·784	0·777	65	53	34	0·740	0·701	0·653	62	58	50	0·692	0·659	0·620
	1	54	43	32	0·787	0·755	0·732	57	49	39	0·717	0·680	0·606	69	57	56	0·698	0·650	0·629
Fichte *(Abies excelsa D.C.)*	0·5	72	67	63	0·859	0·832	0·814	124	95	72	0·829	0·797	0·769	141	133	122	0·779	0·765	0·755
	0·6	54	50	47	0·830	0·817	0·804	108	79	60	0·795	0·777	0·771	116	97	83	0·787	0·761	0·740
	0·8	42	38	30	0·812	0·800	0·783	62	56	50	0·776	0·750	0·742	67	64	58	0·752	0·724	0·711
	1	37	34	29	0·817	0·781	0·724	52	42	33	0·761	0·698	0·668	58	53	49	0·696	0·677	0·656

Holzart	Scheitlänge resp. Stosstiefe in Meter	Brenn- oder Feuerholz: Scheitholz: III. Classe (Knorren, Rumpen)						Knüppel (Prügel)						Nicht-Derbholz: Reisig (schwache Prügel)						Stockholz		
		Anzahl der Scheite			Derbgehalt in Fm.			Anzahl der Knüppel			Derbgehalt in Fm.			Anzahl der Prügel			Derbgehalt in Fm.					
		per Raummeter ohne Stossüberhöhe (Darr- oder Schwindscheit)																				
		Max.	Med.	Min.	Max.	Med.	Min.	Max.	Med.	Min.	Max.	Med	Min.	Max.	Med.	Min.	Max.	Med.	Min.	Max.	Med.	Min.
Rothbuche *(Fagus sylvatica L.)*	0·5	94	85	75	0·706	0·676	0·640	194	180	165	0·696	0·696	0·660	586	527	466	0·571	0·565	0·552	0·567	0·538	0·495
	0·6	68	58	45	0·689	0·646	0·642	162	150	137	0·676	0·645	0·624	425	404	386	0·543	0·537	0·531	0·566	0·524	0·495
	0·8	44	39	34	0·632	0·601	0·564	94	80	66	0·669	0·613	0·562	273	234	197	0·532	0·474	0·437	0·529	0·499	0·467
	1	37	33	27	0·622	0·589	0·560	98	76	60	0·637	0·573	0·496	267	207	102	0·483	0·447	0·417	0·410	0·393	0·363
Fichte *(Abies excelsa D.C.)*	0·5	—	—	—	—	—	—	195	180	151	0·827	0·804	0·783	571	502	395	0·746	0·722	0·699	0·765	0·635	0·556
	0·6	—	—	—	—	—	—	207	177	152	0·822	0·777	0·757	461	398	314	0·720	0·703	0·693	0·590	0·558	0·542
	0·8	—	—	—	—	—	—	113	105	103	0·753	0·746	0·728	383	361	316	0·667	0·644	0·633	0·561	0·527	0·482
	1	—	—	—	—	—	—	128	94	86	0·770	0·734	0·637	344	306	274	0·670	0·636	0·624	0·568	0·517	0·439

Tab. IV.

Derbgehaltstafel.*)

Resultate über den Derbholzgehalt der Raummasse bei 6, 8 und 10 Centimeter Stossüberhöhe.

Scheitlänge resp. Stosstiefe = 0·5, 0·6 und 0·8 Meter.

Stosshöhe = 1 Meter.

Holzart	Scheitlänge resp. Stosstiefe in Meter	Stossüberhöhe in Centimeter	Derbholz										Nicht-Derbholz		
			Schicht-Nutzholz		Brenn- oder Feuerholz										
			Nutz-Scheitholz		Scheitholz I. Classe		Scheitholz II. Classe		Scheitholz III. Classe		Knüppel (Prügel)		Reisig (schwache Prügel)		Stockholz
			Anzahl der Scheite	Derbgehalt in Fm.	Anzahl der Scheite	Derbgehalt in Fm.	Anzahl der Scheite	Derbgehalt in Fm	Anzahl der Scheite	Derbgehalt in Fm.	Anzahl der Knüppel	Derbgehalt in Fm.	Anzahl der Prügel	Derbgehalt in Fm.	
			per Raummeter im Mittel												
Rothbuche (*Fagus sylvatica L.*)	0·5	6	69	0·848	93	0·785	160	0·758	90	0·717	191	0·738	559	0·599	0·570
		8	70	0·864	95	0·800	163	0·772	92	0·730	194	0·752	569	0·610	0·581
		10	72	0·880	97	0·815	166	0·787	94	0·744	198	0·766	580	0·622	0·592
	0·6	6	52	0·841	71	0·749	117	0·705	61	0·685	159	0·684	428	0·569	0·555
		8	53	0·856	72	0·764	119	0·718	63	0·698	162	0·697	436	0·580	0·566
		10	54	0·872	74	0·778	121	0·732	64	0·711	165	0·710	444	0·591	0·576
	0·8	6	50	0·831	56	0·743	61	0·699	41	0·637	85	0·650	248	0·502	0·529
		8	51	0·847	57	0·757	63	0·712	42	0·649	86	0·662	253	0·512	0·539
		10	52	0·862	58	0·771	64	0·725	43	0·661	88	0·674	257	0·521	0·549
Fichte (*Abies excelsa D.C.*)	0·5	6	71	0·882	101	0·855	141	0·811	—	—	191	0·852	532	0·765	0·673
		8	72	0·899	103	0·861	144	0·826	—	—	194	0·868	542	0·780	0·686
		10	74	0·915	105	0·877	146	0·842	—	—	198	0·880	550	0·794	0·699
	0·6	6	53	0·866	84	0·824	103	0·807	—	—	188	0·824	422	0·745	0·591
		8	54	0·882	85	0·839	105	0·822	—	—	191	0·839	430	0·759	0·603
		10	55	0·899	87	0·855	107	0·837	—	—	195	0·855	438	0·773	0·614
	0·8	6	40	0·848	59	0·795	68	0·767	—	—	111	0·791	383	0·682	0·559
		8	41	0·864	60	0·810	69	0·782	—	—	113	0·806	390	0·696	0·569
		10	42	0·880	62	0·825	70	0·796	—	—	116	0·821	397	0·708	0·580

*) Unter Zugrundelegung der Tabelle III durch Rechnung festgestellte Mittel-Werthe.

Derbgehaltssummentafel.

K. k. forstliche Versuchsleitung in Wien.

Reductionsfactor — **Inhalt in Festmeter**

Anzahl der Raummeter	0·39	0·40	0·41	0·42	0·43	0·44	0·45	0·46	0·47	0·48	0·49	0·50
1	0·39	0·40	0·41	0·42	0·43	0·44	0·45	0·46	0·47	0·48	0·49	0·50
2	78	80	82	84	86	88	90	92	94	96	98	1·00
3	1·17	1·20	1·23	1·26	1·29	1·32	1·35	1·38	1·41	1·44	1·47	50
4	56	60	64	68	72	76	80	84	88	92	96	2·00
5	95	2·00	2·05	2·10	2·15	2·20	2·25	2·30	2·35	2·40	2·45	50
6	2·34	40	46	52	58	64	70	76	82	88	94	3·00
7	73	80	87	94	3·01	3·08	3·15	3·22	3.29	3·36	3·43	50
8	3·12	3·20	3·28	3·36	44	52	60	68	76	84	92	4·00
9	51	60	69	78	87	96	4·05	4·14	4·23	4·32	4·41	50
11	4·29	4·40	4·51	4·62	4·73	4·84	4·95	5·06	5·17	5·28	5·39	5·50
12	68	80	92	5·04	5·16	5·28	5·40	52	64	76	88	6·00
13	5·07	5·20	5·33	46	59	72	85	98	6·11	6·24	6·37	50
14	46	60	74	88	6·02	6·16	6·30	6·44	58	72	86	7·00
15	·85	6·00	6·15	6·30	45	60	75	90	7·05	7·20	7·35	50
16	6·24	40	56	72	88	7·04	7·20	7·36	52	68	84	8·00
17	63	80	97	7·14	7·31	48	65	82	99	8·16	8·33	50
18	7·02	7·20	7·38	56	74	92	8·10	8·28	8·46	64	82	9·00
19	41	60	79	98	8·17	8·36	55	74	93	9·12	9·31	50
21	8·19	8·40	8·61	8·82	9·03	9·24	9·45	9·66	9·87	10·08	10·29	10·50
22	58	80	9·02	9·24	46	68	90	10·12	10·34	56	78	11·00
23	97	9·20	43	66	89	10·12	10·35	58	81	11·04	11·27	50
24	9·36	60	84	10·08	10·32	56	80	11·04	11·28	52	76	12·00
25	75	10·00	10·25	50	75	11·00	11·25	50	75	12·00	12·25	50
26	10·14	40	66	92	11·18	44	70	96	12·22	48	74	13·00
27	53	80	11·07	11·34	61	88	12·15	12·42	69	96	13·23	50
28	92	11·20	48	76	12·04	12·32	60	88	13·16	13·44	72	14·00
29	11·31	60	89	12·18	47	76	13·05	13·34	63	92	14·21	50
31	12·09	12·40	12·71	13·02	13·33	13·64	13·95	14·26	14·57	14·88	15·19	15·50
32	48	80	13·12	44	76	14·08	14·40	72	15·04	15·36	68	16·00
33	87	13·20	53	86	14·19	52	85	15·18	51	84	16·17	50
34	13·26	60	94	14·28	62	96	15·30	64	98	16·32	66	17·00
35	65	14·00	14·35	70	15·05	15·40	75	16·10	16·45	80	17·15	50
36	14·04	40	76	15·12	48	84	16·20	56	92	17·28	64	18·00
37	43	80	15·17	54	91	16·28	65	17·02	17·39	76	18·13	50
38	82	15·20	58	96	16·34	72	17·10	48	86	18·24	62	19·00
39	15·21	60	99	16·38	77	17·16	55	94	18·33	72	19·11	50
41	15·99	16·40	16·81	17·22	17·63	18·04	18·45	18·86	19·27	19·68	20·09	20·50
42	16·38	80	17·22	64	18·06	48	90	19·32	74	20·16	58	21·00
43	77	17·20	63	18·06	49	92	19·35	78	20·21	64	21·07	50
44	17·16	60	18·04	48	92	19·36	80	20·24	68	21·12	56	22·00
45	55	18·00	45	90	19·35	80	20·25	70	21·15	60	22·05	50
46	94	40	86	19·32	78	20·24	70	21·16	62	22·08	54	23·00
47	18·33	80	19·27	74	20·21	68	21·15	62	22·09	56	23·03	50
48	72	19·20	68	20·16	64	21·12	60	22·08	56	23·04	52	24·00
49	19·11	60	20·09	58	21·07	56	22·05	54	23·03	52	24·01	50

Anzahl der Raummeter	0·51	0·52	0·53	0·54	0·55	0·56	0·57	0·58	0·59	0·60	0·61	0·62	0·63	0·64	0·65
1	0·51	0·52	0·53	0·54	0·55	0·56	0·57	0·58	0·59	0·60	0·61	0·62	0·63	0·64	0·65
2	1·02	1·04	1·06	1·08	1·10	1·12	1·14	1·16	1·18	1·20	1·22	1·24	1·26	1·28	1·30
3	53	56	59	62	65	68	71	74	77	80	83	86	89	92	95
4	2·04	2·08	2·12	2·16	2·20	2·24	2·28	2·32	2·36	2·40	2·44	2·48	2·52	2·56	2·60
5	55	60	65	70	75	80	85	90	95	3·00	3·05	3·10	3·15	3·20	3·25
6	3·06	3·12	3·18	3·24	3·30	3·36	3·42	3·48	3·54	60	66	72	78	84	90
7	57	64	71	78	85	92	99	4·06	4·13	4·20	4·27	4·34	4·41	4·48	4·55
8	4·08	4·16	4·24	4·32	4·40	4·48	4·56	64	72	80	88	96	5·04	5·12	5·20
9	59	68	77	86	95	5·04	5·13	5·22	5·31	5·40	5·49	5·58	67	76	85
11	5·61	5·72	5·83	5·94	6·05	6·16	6·27	6·38	6·49	6·60	6·71	6·82	6·93	7·04	7·15
12	6·12	6·24	6·36	6.48	60	72	84	96	7·08	7·20	7·32	7·44	7·56	68	80
13	63	76	89	7·02	7·15	7·28	7·41	7·54	67	80	93	8·06	8·19	8·32	8·45
14	7·14	7·28	7·42	56	70	84	98	8·12	8·26	8·40	8.54	68	82	96	9·10
15	65	80	95	8·10	8·25	8·40	8·55	70	85	9·00	9·15	9·30	9·45	9·60	75
16	8·16	8·32	8·48	64	80	96	9·12	9·28	9·44	60	76	92	10·08	10·24	10·40
17	67	84	9·01	9·18	9·35	9·52	69	86	10·03	10·20	10·37	10·54	71	88	11·05
18	9·18	9·36	54	72	90	10·08	10·26	10·44	62	80	98	11·16	11·34	11·52	70
19	69	88	10·07	10·26	10·45	64	83	11·02	11·21	11·40	11·59	78	97	12·16	12·35
21	10·71	10·92	11·13	11·34	11·55	11·76	11·97	12·18	12·39	12·60	12·81	13·02	13·23	13·44	13·65
22	11·22	11·44	66	88	12·10	12·32	12·54	76	98	13·20	13·42	64	86	14·08	14·30
23	73	96	12·19	12·42	65	88	13·11	13·34	13·57	80	14·03	14·26	14·49	72	95
24	12·24	12·48	72	96	13·20	13·44	68	92	14·16	14·40	64	88	15·12	15·36	15·60
25	75	13·00	13·25	13·50	75	14·00	14·25	14·50	75	15·00	15·25	15·50	75	16·00	16·25
26	13·26	52	78	14·04	14·30	56	82	15·08	15·34	60	86	16·12	16·38	64	90
27	77	14·04	14·31	58	85	15·12	15·39	66	93	16·20	16·47	74	17·01	17·28	17·55
28	14·28	56	84	15·12	15·40	68	96	16·24	16·52	80	17·08	17·36	64	92	18·20
29	79	15·08	15·37	66	95	16·24	16·53	82	17·11	17·40	69	98	18·27	18·56	85
31	15·81	16·12	16·43	16·74	17·05	17·36	17·67	17·98	18·29	18·60	18·91	19·22	19·53	19·84	20·15
32	16·32	64	96	17·28	60	92	18·24	18·56	88	19·20	19·52	84	20·16	20·48	80
33	82	17·16	17·49	82	18·15	18·48	81	19·14	19·47	80	20·83	20·46	79	21·12	21·45
34	17·34	68	18·02	18·36	70	19·04	19·38	72	20·06	20·40	74	21·08	21·42	76	22·10
35	85	18·20	55	90	19·25	60	95	20·30	65	21·00	21·35	70	22·05	22·40	75
36	18·36	72	19·08	19·44	80	20·16	20·52	88	21·24	60	96	22·32	68	23·04	23·40
37	87	19·24	61	98	20·35	72	21·09	21·46	83	22·20	22·57	94	23·31	68	24·05
38	19·38	76	20·14	20·52	90	21·28	66	22·04	22·42	80	23·18	23·56	94	24·32	70
39	89	20·28	67	21·06	21·45	84	22·23	62	23·01	23·40	79	24·18	24·57	96	25·35
41	20·91	21·32	21·73	22·14	22·55	22·96	23·37	23·78	24·19	24·60	25·01	25·42	25·83	26·24	26·65
42	21·42	84	22·26	68	23·10	23·52	94	24·36	78	25·20	62	26·04	26·46	88	27·30
43	93	22·36	79	23·22	65	24·08	24·51	94	25·37	80	26·23	66	27·09	27·52	95
44	22·44	88	23·32	76	24·20	64	25·08	25·52	96	26·40	84	27·28	72	28·16	28·60
45	95	23·40	85	24·30	75	25·20	65	26·10	26·55	27·00	27·45	90	28·35	80	29·25
46	23·46	92	24·38	84	25·30	76	26·22	68	27·14	60	28·06	28·52	98	29·44	90
47	97	24·44	91	25·38	85	26·32	79	27·26	73	28·20	67	29·14	29·61	30·08	30·55
48	24·48	96	25·44	92	26·40	88	27·36	84	28·32	80	29·28	76	30·24	72	31·20
49	99	25·48	97	26·46	95	27·44	93	28·42	91	29·40	89	30·38	87	31·36	85

Anzahl der Raummeter	0·66	0·67	0·68	0·69	0·70	0·71	0·72	0·73	0·74	0·75	0·76	0·77	0·78	0·79	0·80
1	0·66	0·67	0·68	0·69	0·70	0·71	0·72	0·73	0·74	0·75	0·76	0·77	0·78	0·79	0·80
2	1·32	1·34	1·36	1·38	1·40	1·42	1·44	1·46	1·48	1·50	1·52	1·54	1·56	1·58	1·60
3	98	2·01	2·04	2·07	2·10	2·13	2·16	2·19	2·22	2·25	2·28	2·31	2·34	2·37	2·40
4	2·64	68	72	76	80	84	88	92	96	3·00	3·04	3·08	3·12	3·16	3·20
5	3·30	3·35	3·40	3·45	3·50	3·55	3·60	3·65	3·70	75	80	85	90	95	4·00
6	96	4·02	4·08	4·14	4·20	4·26	4·32	4·38	4·44	4·50	4·56	4·62	4·68	4·74	80
7	4·62	69	76	83	90	97	5·04	5·11	5·18	5·25	5·32	5·39	5·46	5·53	5·60
8	5·28	5·36	5·44	5·52	5·60	5·68	76	84	92	6·00	6·08	6·16	6·24	6·32	6·40
9	94	6·03	6·12	6·21	6·30	6·39	6·48	6·57	6·66	75	84	93	7·02	7·11	7·20
11	7·26	7·37	7·48	7·59	7·70	7·81	7·92	8·03	8·14	8·25	8·36	8·47	8·58	8·69	8·80
12	92	8·04	8·16	8·28	8·40	8·52	8·64	76	88	9·00	9·12	9·24	9·36	9·48	9·60
13	8·58	71	84	97	9·10	9·23	9·36	9·49	9·62	75	88	10·01	10·14	10·27	10·40
14	9·24	9·38	9·52	9·66	80	94	10·08	10·22	10·36	10·50	10·64	78	92	11·06	11·20
15	90	10·05	10·20	10·35	10·50	10·65	80	95	11·10	11·25	11·40	11·55	11·70	85	12·00
16	10·56	72	88	11·04	11·20	11·36	11·52	11·68	84	12·00	12·16	12·32	12·48	12·64	80
17	11·22	11·39	11·56	73	90	12·07	12·24	12·41	12·58	75	92	13·09	13·26	13·43	13·60
18	88	12·06	12·24	12·42	12·60	78	96	13·14	13·32	13·50	13·68	86	14·04	14·22	14·40
19	12·54	73	92	13·11	13·30	13·49	13·68	87	14·06	14·25	14·44	14·63	82	15·01	15·20
21	13·86	14·07	14·28	14·49	14·70	14·91	15·12	15·33	15·54	15·75	15·96	16·17	16·38	16·59	16·80
22	14·52	74	96	15·18	15·40	15·62	84	16·06	16·28	16·50	16·72	94	17·16	17·38	17·60
23	15·18	15·41	15·64	87	16·10	16·33	16·56	79	17·02	17·25	17·48	17·71	94	18·17	18·40
24	84	16·08	16·32	16·56	80	17·04	17·28	17·52	76	18·00	18·24	18·48	18·72	96	19·20
25	16·50	75	17·00	17·25	17·50	75	18·00	18·25	18·50	75	19·00	19·25	19·50	19·75	20·00
26	17·16	17·42	68	94	18·20	18·46	72	98	19·24	19·50	76	20·02	20·28	20·54	80
27	82	18·09	18·36	18·63	90	19·17	19·44	19·71	98	20·25	20·52	79	21·06	21·33	21·60
28	18·48	76	19·04	19·32	19·60	88	20·16	20·44	20·72	21·00	21·28	21·56	84	22·12	22·40
29	19·14	19·43	72	20·01	20·30	20·59	88	21·17	21·46	75	22·04	22·33	22·62	91	23·20
31	20·46	20·77	21·08	21·39	21·70	22·01	22·32	22·63	22·94	23·25	23·56	23·87	24·18	24·49	24·80
32	21·12	21·44	76	22·08	22·40	72	23·04	23·36	23·68	24·00	24·32	24·64	96	25·28	25·60
33	78	22·11	22·44	77	23·10	23·43	76	24·09	24·42	75	25·08	25·41	25·74	26·07	26·40
34	22·44	78	23·12	23·46	80	24·14	24·48	82	25·16	25·50	84	26·18	26·52	86	27·20
35	23·10	23·45	80	24·15	24·50	85	25·20	25·55	90	26·25	26·60	95	27·30	27·65	28·00
36	76	24·12	24·48	84	25·20	25·56	92	26·28	26·64	27·00	27·36	27·72	28·08	28·44	80
37	24·42	79	25·16	25·53	90	26·27	26·64	27·01	27·38	75	28·12	28·49	86	29·23	29·60
38	25·08	25·46	84	26·22	26·60	98	27·36	74	28·12	28·50	88	29·26	29·64	30·02	30·40
39	74	26·13	26·52	91	27·30	27·69	28·08	28·47	86	29·25	29·64	30·03	30·42	81	31·20
41	27·06	27·47	27·88	28·29	28·70	29·11	29·52	29·93	30·34	30·75	31·16	31·57	31·98	32·39	32·80
42	72	28·14	28·56	98	29·40	82	30·24	30·66	31·08	31·50	92	32·34	32·76	33·18	33·60
43	28·38	81	29·24	29·67	30·10	30·53	96	31·39	82	32·25	32·68	33·11	33·54	97	34·40
44	29·04	29·48	92	30·36	80	31·24	31·68	32·12	32·56	33·00	33·44	88	34·32	34·76	35·20
45	70	30·15	30·60	31·05	31·50	95	32·40	85	33·30	75	34·20	34·65	35·10	35·55	36·00
46	30·36	82	31·28	74	32·20	32·66	33·12	33·58	34·04	34·50	96	35·42	88	36·34	80
47	31·02	31·49	96	32·43	90	33·37	84	34·31	78	35·25	35·72	36·19	36·66	37·13	37·60
48	68	32·16	32·64	33·12	33·60	34·08	34·56	35·04	35·52	36·00	36·48	96	37·44	92	38·40
49	32·34	83	33·32	81	34·30	79	35·28	77	36·26	75	37·24	37·73	38·22	38·71	39·20

Anzahl der Raummeter	0·81	0·82	0·83	0·84	0·85	0·86	0·87	0·88	0·89	0·90	0·91	0·92
1	0·81	0·82	0·83	0·84	0·85	0·86	0·87	0·88	0·89	0·90	0·91	0·92
2	1·62	1·64	1·66	1·68	1·70	1·72	1·74	1·76	1·78	1·80	1·82	1·84
3	2·43	2·46	2·49	2·52	2·55	2·58	2·61	2·64	2·67	2·70	2·73	2·76
4	3·24	3·28	3·32	3·36	3·40	3·44	3·48	3·52	3·56	3·60	3·64	3·68
5	4·05	4·10	4·15	4·20	4·25	4·30	4·35	4·40	4·45	4·50	4·55	4·60
6	86	92	98	5·04	5·10	5·16	5·22	5·28	5·34	5·40	5·46	5·52
7	5·67	5·74	5·81	88	95	6·02	6·09	6·16	6·23	6·30	6·37	6·44
8	6·48	6·56	6·64	6·72	6·80	88	96	7·04	7·12	7·20	7·28	7·36
9	7·29	7·38	7·47	7·56	7·65	7·74	7·83	92	8·01	8·10	8·19	8·28
11	8·91	9·02	9·13	9·24	9·35	9·46	9·57	9·68	9·79	9·90	10·01	10·12
12	9·72	84	96	10·08	10·20	10·32	10·44	10·56	10·68	10·80	92	11·04
13	10·53	10·66	10·79	92	11·05	11·18	11·31	11·44	11·57	11·70	11·83	96
14	11·34	11·48	11·62	11·76	90	12·04	12·18	12·32	12·46	12·60	12·74	12·88
15	12·15	12·30	12·45	12·60	12·75	90	13·05	13·20	13·35	13·50	13·65	13·80
16	96	13·12	13·28	13·44	13·60	13·76	92	14·08	14·24	14·40	14·56	14·72
17	13·77	94	14·11	14·28	14·45	14·62	14·79	96	15·13	15·30	15·47	15·64
18	14·58	14·76	94	15·12	15·30	15·48	15·66	15·84	16·02	16·20	16·38	16·56
19	15·39	15·58	15·77	96	16·15	16·34	16·53	16·72	91	17·10	17·29	17·48
21	17·01	17·22	17·43	17·64	17·85	18·06	18·27	18·48	18·69	18·90	19·11	19·32
22	82	18·04	18·26	18·48	18·70	92	19·14	19·36	19·58	19·80	20·02	20·24
23	18·63	86	19·09	19·32	19·55	19·78	20·01	20·24	20·47	20·70	93	21·16
24	19·44	19·68	92	20·16	20·40	20·64	88	21·12	21·36	21·60	21·84	22·08
25	20·25	20·50	20·75	21·00	21·25	21·50	21·75	22·00	22·25	22·50	22·75	23·00
26	21·06	21·32	21·58	84	22·10	22·36	22·62	88	23·14	23·40	23·66	92
27	87	22·14	22·41	22·68	95	23·22	23·49	23·76	24·03	24·30	24·57	24·84
28	22·68	96	23·24	23·52	23·80	24·08	24·36	24·64	92	25·20	25·48	25·76
29	23·49	23·78	24·07	24·36	24·65	94	25·23	25·52	25·81	26·10	26·39	26·68
31	25·11	25·42	25·73	26·04	26·35	26·66	26·97	27·28	27·59	27·90	28·21	28·52
32	92	26·24	26·56	88	27·20	27·52	27·84	28·16	28·48	28·80	29·12	29·44
33	26·73	27·06	27·39	27·72	28·05	28·38	28·71	29·04	29·37	29·70	30·03	30·36
34	27·54	88	28·22	28·56	90	29·24	29·58	92	30·26	30·60	94	31·28
35	28·35	28·70	29·05	29·40	29·75	30·10	30·45	30·80	31·15	31·50	31·85	32·20
36	29·16	29·52	88	30·24	30·60	96	31·32	31·68	32·04	32·40	32·76	33·12
37	97	30·34	30·71	31·08	31·45	31·82	32·19	32·56	93	33·30	33·67	34·04
38	30·78	31·16	31·54	92	32·30	32·68	33·06	33·44	33·82	34·20	34·58	96
39	31·59	98	32·37	32·76	33·15	33·54	93	34·32	34·71	35·10	35·49	35·88
41	33·21	33·62	34·03	34·44	34·85	35·26	35·67	36·08	36·49	36·90	37·31	37·72
42	34·02	34·44	86	35·28	35·70	36·12	36·54	96	37·38	37·80	38·22	38·64
43	83	35·26	35·69	36·12	36·55	98	37·41	37·84	38·27	38·70	39·13	39·56
44	35·64	36·08	36·52	96	37·40	37·84	38·28	38·72	39·16	39·60	40·04	40·48
45	36·45	90	37·35	37·80	38·25	38·70	39·15	39·60	40·05	40·50	95	41·40
46	37·26	37·72	38·18	38·64	39·10	39·56	40·02	40·48	94	41·40	41·86	42·32
47	38·07	38·54	39·01	39·48	95	40·42	89	41·36	41·83	42·30	42·77	43·24
48	88	39·36	84	40·32	40·80	41·28	41·76	42·24	42·72	43·20	43·68	44·16
49	39·69	40·18	40·67	41·16	41·65	42·14	42·63	43·12	43·61	44·10	44·59	45·08

Derbgehaltssummentafel.

K. k. forstliche Versuchsleitung in Wien.

Reductionsfactor — Inhalt in Festmeter

Anzahl der Raummeter	0·39	0·40	0·41	0·42	0·43	0·44	0·45	0·46	0·47	0·48	0·49	0·50
51	19·89	20·40	20·91	21·42	21·93	22·44	22·95	23·46	23·97	24·48	24·99	25·50
52	20·28	80	21·32	84	22·36	88	23·40	92	24·44	96	25·48	26·00
53	67	21·20	73	22·26	79	23·32	85	24·38	91	25·44	97	50
54	21·06	60	22·14	68	23·22	76	24·30	84	25·38	92	26·46	27·00
55	45	22·00	55	23·10	65	24·20	75	25·30	85	26·40	95	50
56	84	40	96	52	24·08	64	25·20	76	26·32	88	27·44	28·00
57	22·23	80	23·37	94	51	25·08	65	26·22	79	27·36	93	50
58	62	23·20	78	24·36	94	52	26·10	68	27·26	84	28·42	29·00
59	23·01	60	24·19	78	25·37	96	55	27·14	73	28·32	91	50
61	23·79	24·40	25·01	25·62	26·23	26·84	27·45	28·06	28·67	29·28	29·89	30·50
62	24·18	80	42	26·04	66	27·28	90	52	29·14	76	30·38	31·00
63	57	25·20	83	46	27·09	72	28·35	98	61	30·24	87	50
64	96	60	26·24	88	52	28·16	80	29·44	30·08	72	31·36	32·00
65	25·35	26·00	65	27·30	95	60	29·25	90	55	31·20	85	50
66	74	40	27·06	72	28·38	29·04	70	30·36	31·02	68	32·34	33·00
67	26·13	80	47	28·14	81	48	30·15	82	49	32·16	83	50
68	52	27·20	88	56	29·24	92	60	31·28	96	64	33·32	34·00
69	91	60	28·29	98	67	30·36	31·05	74	32·43	33·12	81	50
71	27·69	28·40	29·11	29·82	30·53	31·24	31·95	32·66	33·37	34·08	34·79	35·50
72	28·08	80	52	30·24	96	68	32·40	33·12	84	56	35·28	36·00
73	47	29·20	93	66	31·39	32·12	85	58	34·31	35·04	77	50
74	86	60	30·34	31·08	82	56	33·30	34·04	78	52	36·26	37·00
75	29·25	30·00	75	50	32·25	33·00	75	50	35·25	36·00	75	50
76	64	40	31·16	92	68	44	34·20	96	72	48	37·24	38·00
77	30·03	80	57	32·34	33·11	88	65	35·42	36·19	96	73	50
78	42	31·20	98	76	54	34·32	35·10	88	66	37·44	38·22	39·00
79	81	60	32·39	33·18	97	76	55	36·34	37·13	92	71	50
81	31·59	32·40	33·21	34·02	34·83	35·64	36·45	37·26	38·07	38·88	39·69	40·50
82	98	80	62	44	35·26	36·08	90	72	54	39·36	40·18	41·00
83	32·37	33·20	34·03	86	69	52	37·35	38·18	39·01	84	67	50
84	76	60	44	35·28	36·12	96	80	64	48	40·32	41·16	42·00
85	33·15	34·00	85	70	55	37·40	38·25	39·10	95	80	65	50
86	54	40	35·26	36·12	98	84	70	56	40·42	41·28	42·14	43·00
87	93	80	67	54	37·41	38·28	39·15	40·02	89	76	63	50
88	34·32	35·20	36·08	96	84	72	60	48	41·36	42·24	43·12	44·00
89	71	60	49	37·38	38·27	39·16	40·05	94	83	72	61	50
91	35·49	36·40	37·31	38·22	39·13	40·04	40·95	41·86	42·77	43·68	44·59	45·50
92	88	80	72	64	56	48	41·40	42·32	43·24	44·16	45·08	46·00
93	36·27	37·20	38·13	39·06	99	92	85	78	71	64	57	50
94	66	60	54	48	40·42	41·36	42·30	43·24	44·18	45·12	46·06	47·00
95	37·05	38·00	95	90	85	80	75	70	65	60	55	50
96	44	40	39·36	40·32	41·28	42·24	43·20	44·16	45·12	46·08	47·04	48·00
97	83	80	77	74	71	68	65	62	59	56	53	50
98	38·22	39·20	40·18	41·16	42·14	43·12	44·10	45·08	46·06	47·04	48·02	49·00
99	61	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51	50

Anzahl der Raummeter	0·51	0·52	0·53	0·54	0·55	0·56	0·57	0·58	0·59	0·60	0·61	0·62	0·63	0·64	0·65
51	26·01	26·52	27·03	27·54	28·05	28·56	29·07	29·58	30·09	30·60	31·11	31·62	32·13	32·64	33·15
52	52	27·04	56	28·08	60	29·12	64	30·16	68	31·20	72	32·24	76	33·28	80
53	27·03	56	28·09	62	29·15	68	30·21	74	31·27	80	32·33	86	33·39	92	34·45
54	54	28·08	62	29·16	70	30·24	78	31·32	86	32·40	94	33·48	34·02	34·56	35·10
55	28·05	60	29·15	70	30·25	80	31·35	90	32·45	33·00	33·55	34·10	65	35·20	75
56	56	29·12	68	30·24	80	31·36	92	32·48	33·04	60	34·16	72	35·28	84	36·40
57	29·07	64	30·21	78	31·35	92	32·49	33·06	63	34·20	77	35·34	91	36·48	37·05
58	58	30·16	74	31·32	90	32·48	33·06	64	34·22	80	35·38	96	36·54	37·12	70
59	30·09	68	31·27	86	32·45	33·04	63	34·22	81	35·40	99	36·58	37·17	76	38·35
61	31·11	31·72	32·33	32·94	33·55	34·16	34·77	35·38	35·99	36·60	37·21	37·82	38·43	39·04	39·65
62	62	32·24	86	33·48	34·10	72	35·34	96	36·58	37·20	82	38·44	39·06	68	40·30
63	32·13	76	33·39	34·02	65	35·28	91	36·54	37·17	80	38·43	39·06	69	40·32	95
64	64	33·28	92	56	35·20	84	36·48	37·12	76	38·40	39·04	68	40·32	96	41·60
65	33·15	80	34·45	35·10	75	36·40	37·05	70	38·35	39·00	65	40·30	95	41·60	42·25
66	66	34·32	98	64	36·30	96	62	38·28	94	60	40·26	92	41·58	42·24	90
67	34·17	84	35·51	36·18	85	37·52	38·19	86	39·53	40·20	87	41·54	42·21	88	43·55
68	68	35·36	36·04	72	37·40	38·08	76	39·44	40·12	80	41·48	42·16	84	43·52	44·20
69	35·19	88	57	37·26	95	64	39·33	40·02	71	41·40	42·09	78	43·47	44·16	85
71	36·21	36·92	37·63	38·34	39·05	39·76	40·47	41·18	41·89	42·60	43·31	44·02	44·73	45·44	46·15
72	72	37·44	38·16	88	60	40·32	41·04	76	42·48	43·20	92	64	45·36	46·08	80
73	37·23	96	69	39·42	40·15	88	61	42·34	43·07	80	44·53	45·26	99	72	47·45
74	74	38·48	39·22	96	70	41·44	42·18	92	66	44·40	45·14	88	46·62	47·36	48·10
75	38·25	39·00	75	40·50	41·25	42·00	75	43·50	44·25	45·00	75	46·50	47·25	48·00	75
76	76	52	40·28	41·04	80	56	43·32	44·08	84	60	46·36	47·12	88	64	49·40
77	39·27	40·04	81	58	42·35	43·12	89	66	45·43	46·20	97	74	48·51	49·28	50·05
78	78	56	41·34	42·12	90	68	44·46	45·24	46·02	80	47·58	48·36	49·14	92	70
79	40·29	41·08	87	66	43·45	44·24	45·03	82	61	47·40	48·19	98	77	50·56	51·35
81	41·31	42·12	42·93	43·74	44·55	45·36	46·17	46·98	47·79	48·60	49·41	50·22	51·03	51·84	52·65
82	82	64	43·46	44·28	45·10	92	74	47·56	48·38	49·20	50·02	84	66	52·48	53·30
83	42·33	43·16	99	82	65	46·48	47·31	48·14	97	80	63	51·46	52·29	53·12	95
84	84	68	44·52	45·36	46·20	47·04	88	72	49·56	50·40	51·24	52·08	92	76	54·60
85	43·35	44·20	45·05	90	75	60	48·45	49·30	50·15	51·00	85	70	53·55	54·40	55·25
86	86	72	58	46·44	47·30	48·16	49·02	88	74	60	52·46	53·32	54·18	55·04	90
87	44·37	45·24	46·11	98	85	72	59	50·46	51·33	52·20	53·07	94	81	68	56·55
88	88	76	64	47·52	48·40	49·28	50·16	51·04	92	80	68	54·56	55·44	56·32	57·20
89	45·39	46·28	47·17	48·06	95	84	73	62	52·51	53·40	54·29	55·18	56·07	96	85
91	46·41	47·32	48·23	49·14	50·05	50·96	51·87	52·78	53·69	54·60	55·51	56·42	57·33	58·24	59·15
92	92	84	76	68	60	51·52	52·44	53·36	54·28	55·20	56·12	57·04	96	88	80
93	47·43	48·36	49·29	50·22	51·15	52·08	53·01	94	87	80	73	66	58·59	59·52	60·45
94	94	88	82	76	70	64	58	54·52	55·46	56·40	57·34	58·28	59·22	60·16	61·10
95	48·45	49·40	50·35	51·30	52·25	53·20	54·15	55·10	55·05	57·00	95	90	85	80	75
96	96	92	88	84	80	76	72	68	64	60	58·56	59·52	60·48	61·44	62·40
97	49·47	50·44	51·41	52·38	53·35	54·32	55·29	56·26	57·23	58·20	59·17	60·14	61·11	62·08	63·05
98	98	96	94	92	90	88	86	84	82	80	78	76	74	72	70
99	50·49	51·48	52·47	53·46	54·45	55·44	56·43	57·42	58·41	59·40	60·39	61·38	62·37	63·36	64·35

Anzahl der Raummeter	0·66	0·67	0·68	0·69	0·70	0·71	0·72	0·73	0·74	0·75	0·76	0·77	0·78	0·79	0·80
51	33·66	34·17	34·68	35·19	35·70	36·21	36·72	37·23	37·74	38·25	38·76	39·27	39·78	40·29	40·80
52	34·32	84	35·36	88	36·40	92	37·44	96	38·48	39·00	39·52	40·04	40·56	41·08	41·60
53	98	35·51	36·04	36·57	37·10	37·63	38·16	38·69	39·22	75	40·28	81	41·34	87	42·40
54	35·64	36·18	72	37·26	80	38·34	88	39·42	96	40·50	41·04	41·58	42·12	42·66	43·20
55	36·30	85	37·40	95	38·50	39·05	39·60	40·15	40·70	41·25	80	42·35	90	43·45	44·00
56	96	37·52	38·08	38·64	39·20	76	40·32	88	41·44	42·00	42·56	43·12	43·68	44·24	80
57	37·62	38·19	76	39·33	90	40·47	41·04	41·61	42·18	75	43·32	89	44·46	45·03	45·60
58	38·28	86	39·44	40·02	40·60	41·18	76	42·34	92	43·50	44·08	44·66	45·24	82	46·40
59	94	39·53	40·12	71	41·30	89	42·48	43·07	43·66	44·25	84	45·43	46·02	46·61	47·20
61	40·26	40·87	41·48	42·09	42·70	43·31	43·92	44·53	45·14	45·75	46·36	46·97	47·58	48·19	48·80
62	92	41·54	42·16	78	43·40	44·02	44·64	45·26	88	46·50	47·12	47·74	48·36	98	49·60
63	41·58	42·21	84	43·47	44·10	73	45·36	99	46·62	47·25	88	48·51	49·14	49·77	50·40
64	42·24	88	43·52	44·16	80	45·44	46·08	46·72	47·36	48·00	48·64	49·28	92	50·56	51·20
65	90	43·55	44·20	85	45·50	46·15	80	47·45	48·10	75	49·40	50·05	50·70	51·35	52·00
66	43·56	44·22	88	45·54	46·20	86	47·52	48·18	84	49·50	50·16	82	51·48	52·14	80
67	44·22	89	45·56	46·23	90	47·57	48·24	91	49·58	50·25	92	51·59	52·26	93	53·60
68	88	45·56	46·24	92	47·60	48·28	96	49·64	50·32	51·00	51·68	52·36	53·04	53·72	54·40
69	45·54	46·23	92	47·61	48·30	99	49·68	50·37	51·06	75	52·44	53·13	82	54·51	55·20
71	46·86	47·57	48·28	48·99	49·70	50·41	51·12	51·83	52·54	53·25	53·96	54·67	55·38	56·09	56·80
72	47·52	48·24	96	49·68	50·40	51·12	84	52·56	53·28	54·00	54·72	55·44	56·16	88	57·60
73	48·18	91	49·64	50·37	51·10	83	52·56	53·29	54·02	75	55·48	56·21	94	57·67	58·40
74	84	49·58	50·32	51·06	80	52·54	53·28	54·02	76	55·50	56·24	98	57·72	58·46	59·20
75	49·50	50·25	51·00	75	52·50	53·25	54·00	75	55·50	56·25	57·00	57·75	58·50	59·25	60·00
76	50·16	92	68	52·44	53·20	96	72	55·48	56·24	57·00	76	58·52	59·28	60·04	80
77	82	51·59	52·36	53·13	90	54·67	55·44	56·21	98	75	58·52	59·29	60·06	83	61·60
78	51·48	52·26	53·04	82	54·60	55·38	56·16	94	57·72	58·50	59·28	60·06	84	61·62	62·40
79	52·14	93	72	54·51	55·30	56·09	88	57·67	58·46	59·25	60·04	83	61·62	62·41	63·20
81	53·46	54·27	55·08	55·89	56·70	57·51	58·32	59·13	59·94	60·75	61·56	62·37	63·18	63·99	64·80
82	54·12	94	76	56·58	57·40	58·22	59·04	86	60·68	61·50	62·32	63·14	96	64·78	65·60
83	78	55·61	56·44	57·27	58·10	93	76	60·59	61·42	62·25	63·08	91	64·74	65·57	66·40
84	55·44	56·28	57·12	96	80	59·64	60·48	61·32	62·16	63·00	84	64·68	65·52	66·36	67·20
85	56·10	95	80	58·65	59·50	60·35	61·20	62·05	90	75	64·60	65·45	66·30	67·15	68·00
86	76	57·62	58·48	59·34	60·20	61·06	92	78	63·64	64·50	65·36	66·22	67·08	94	80
87	57·42	58·29	59·16	60·03	90	77	62·64	63·51	64·38	65·25	66·12	99	86	68·73	69·60
88	58·08	96	84	72	61·60	62·48	63·36	64·24	65·12	66·00	88	67·76	68·64	69·52	70·40
89	74	59·63	60·52	61·41	62·30	63·19	64·08	97	65·86	75	67·64	68·53	69·42	70·31	71·20
91	60·06	60·97	61·88	62·79	63·70	64·61	65·52	66·43	67·34	68·25	69·16	70·07	70·98	71·89	72·80
92	72	61·64	62·56	63·48	64·40	65·32	66·24	67·16	68·08	69·00	92	84	71·76	72·68	73·60
93	61·38	62·31	63·24	64·17	65·10	66·03	96	89	82	75	70·68	71·61	72·54	73·47	74·40
94	62·04	98	92	86	80	74	67·68	68·62	69·56	70·50	71·44	72·38	73·32	74·26	75·20
95	70	63·65	64·60	65·55	66·50	67·45	68·40	69·35	70·30	71·25	72·20	73·15	74·10	75·05	76·00
96	63·36	64·32	65·28	66·24	67·20	68·16	69·12	70·08	71·04	72·00	96	92	88	84	80
97	64·02	99	96	93	90	87	84	81	78	75	73·72	74·69	75·66	76·63	77·60
98	68	65·66	66·64	67·62	68·60	69·58	70·56	71·54	72·52	73·50	74·48	75·46	76·44	77·42	78·40
99	65·34	66·33	67·32	68·31	69·30	70·29	71·28	72·27	73·26	74·25	75·24	76·23	77·22	78·21	79·20

Anzahl der Raummeter	0·81	0·82	0·83	0·84	0·85	0·86	0·87	0·88	0·89	0·90	0·91	0·92
51	41·31	41·82	42·33	42·84	43·35	43·86	44·37	44·88	45·39	45·90	46·41	46·92
52	42·12	42·64	43·16	43·68	44·20	44·72	45·24	45·76	46·28	46·80	47·32	47·84
53	93	43·46	99	44·52	45·05	45·58	46·11	46·64	47·17	47·70	48·23	48·76
54	43·74	44·28	44·82	45·36	90	46·44	98	47·52	48·06	48·60	49·14	49·68
55	44·55	45·10	45·65	46·20	46·75	47·30	47·85	48·40	95	49·50	50·05	50·60
56	45·36	92	46·48	47·04	47·60	48·16	48·72	49·28	49·84	50·40	96	51·52
57	46·17	46·74	47·31	88	48·45	49·02	49·59	50·16	50·73	51·30	51·87	52·44
58	98	47·56	48·14	48·72	49·30	88	50·46	51·04	51·62	52·20	52·78	53·36
59	47·79	48·38	97	49·56	50·15	50·74	51·33	92	52·51	53·10	53·69	54·28
61	49·41	50·02	50·63	51·24	51·85	52·46	53·07	53·68	54·29	54·90	55·51	56·12
62	50·22	84	51·46	52·08	52·70	53·32	94	54·56	55·18	55·80	56·42	57·04
63	51·03	51·66	52·29	92	53·55	54·18	54·81	55·44	56·07	56·70	57·33	96
64	84	52·48	53·12	53·76	54·40	55·04	55·68	56·32	96	57·60	58·24	58·88
65	52·65	53·30	95	54·60	55·25	90	56·55	57·20	57·85	58·50	59·15	59·80
66	53·46	54·12	54·78	55·44	56·10	56·76	57·42	58·08	58·74	59·40	60·06	60·72
67	54·27	94	55·61	56·28	95	57·62	58·29	96	59·63	60·30	97	61·64
68	55·08	55·76	56·44	57·12	57·80	58·48	59·16	59·84	60·52	61·20	61·88	62·56
69	89	56·58	57·27	96	58·65	59·34	60·03	60·72	61·41	62·10	62·79	63·48
71	57·51	58·22	58·93	59·64	60·35	61·06	61·77	62·48	63·19	63·90	64·61	65·32
72	58·32	59·04	59·76	60·48	61·20	92	62·64	63·36	64·08	64·80	65·52	66·24
73	59·13	86	60·59	61·32	62·05	62·78	63·51	64·24	97	65·70	66·43	67·16
74	94	60·68	61·42	62·16	90	63·64	64·38	65·12	65·86	66·60	67·34	68·08
75	60·75	61·50	62·25	63·00	63·75	64·50	65·25	66·00	66·75	67·50	68·25	69·00
76	61·56	62·32	63·08	84	64·60	65·36	66·12	88	67·64	68·40	69·16	92
77	62·37	63·14	91	64·68	65·45	66·22	99	67·76	68·53	69·30	70·07	70·84
78	63·18	96	64·74	65·52	66·30	67·08	67·86	68·64	69·42	70·20	98	71·76
79	99	64·78	65·57	66·36	67·15	94	68·73	69·52	70·31	71·10	71·89	72·68
81	65·61	66·42	67·23	68·04	68·85	69·66	70·47	71·28	72·09	72·90	73·71	74·52
82	66·42	67·24	68·06	88	69·70	70·52	71·34	72·16	98	73·80	74·62	75·44
83	67·23	68·06	89	69·72	70·55	71·38	72·21	73·04	73·87	74·70	75·53	76·36
84	68·04	88	69·72	70·56	71·40	72·24	73·08	92	74·76	75·60	76·44	77·28
85	85	69·70	70·55	71·40	72·25	73·10	95	74·80	75·65	76·50	77·35	78·20
86	69·66	70·52	71·38	72·24	73·10	96	74·82	75·68	76·54	77·40	78·26	79·12
87	70·47	71·34	72·21	73·08	95	74·82	75·69	76·56	77·43	78·30	79·17	80·04
88	71·28	72·16	73·04	92	74·80	75·68	76·56	77·44	78·32	79·20	80·08	96
89	72·09	98	87	74·76	75·65	76·54	77·43	78·32	79·21	80·10	99	81·88
91	73·71	74·62	75·53	76·44	77·35	78·26	79·17	80·08	80·99	81·90	82·81	83·72
92	74·52	75·44	76·36	77·28	78·20	79·12	80·04	96	81·88	82·80	83·72	84·64
93	75·33	76·26	77·19	78·12	79·05	98	91	81·84	82·77	83·70	84·63	85·56
94	76·14	77·08	78·02	96	90	80·84	81·78	82·72	83·66	84·60	85·54	86·48
95	95	90	85	79·80	80·75	81·70	82·65	83·60	84·55	85·50	86·45	87·40
96	77·76	78·72	79·68	80·64	81·60	82·56	83·52	84·48	85·44	86·40	87·36	88·32
97	78·57	79·54	80·51	81·48	82·45	83·42	84·39	85·36	86·33	87·30	88·27	89·24
98	79·38	80·36	81·34	82·32	83·30	84·28	85·26	86·24	87·22	88·20	89·18	90·16
99	80·19	81·18	82·17	83·16	84·15	85·14	86·13	87·12	88·11	89·10	90·09	91·08

Procenttafel.*)

Wechselbeziehungen des Derbgehaltes der Holzsortimente der wichtigsten Waldbäume.

Zeilen: Sortiment / Holzart. Spalten: Holzart (Procent).

Derbholz – Schichtnutzholz – Nutz-Scheitholz

Sortiment	Holzart	Rothbuche	Weissbuche	Stieleiche	Rotherle	Weissbirke	Aspe	Fichte	Weisstanne	Lärche	Weisskiefer	Schwarzkiefer
Derbholz, Schichtnutzholz, Nutz-Scheitholz	Rothbuche	0	5·56	4·11	4·50	5·70	1·72	3·44	0·79	1·72	5·96	3·44
	Weissbuche	5·89	0	1·54	1·12	0·14	7·71	9·54	6·73	7·71	12·20	9·54
	Stieleiche	4·28	1·52	0	0·41	1·66	6·08	7·87	5·11	6·08	10·50	7·87
	Rotherle	4·72	1·11	0·42	0	1·25	6·52	8·32	5·55	6·52	10·96	8·32
	Weissbirke	6·04	0·14	1·69	1·26	0	7·87	9·69	6·88	7·87	12·36	9·69
	Aspe	1·69	7·16	5·73	6·12	7·29	0	1·69	0·91	0	4·17	1·69
	Fichte	3·33	8·71	7·30	7·68	8·83	1·66	0	2·56	1·66	2·43	0
	Weisstanne	0·79	6·31	4·86	5·26	6·44	0·92	2·63	0	0·92	5·12	2·63
	Lärche	1·69	7·16	5·73	6·12	7·29	0	1·69	0·91	0	4·17	1·69
	Weisskiefer	5·76	10·88	9·50	9·88	11·00	4·00	2·38	4·88	4·00	0	2·38
	Schwarzkiefer	3·33	8·71	7·30	7·68	8·83	1·66	0	2·56	1·66	2·43	0
Derbholz, Brenn- oder Feuerholz, Scheitholz I. Classe	Rothbuche	11·03	4·85	6·47	6·03	4·71	12·94	14·85	11·91	12·94	17·65	14·85
	Weissbuche	15·62	9·19	10·87	10·41	9·04	17·61	19·60	16·54	17·61	22·51	19·60
	Stieleiche	12·69	6·42	8·06	7·61	6·27	14·63	16·57	13·58	14·63	19·40	16·57
	Rotherle	12·18	5·94	7·58	7·13	5·79	14·12	16·05	13·08	14·12	18·87	16·05
	Weissbirke	16·69	10·20	11·90	11·44	10·05	18·70	20·71	17·62	18·70	23·65	20·71
	Aspe	10·38	4·24	5·85	5·41	4·09	12·28	14·18	11·26	12·28	16·96	14·18
	Fichte	8·17	2·15	3·72	3·30	2·01	10·03	11·89	9·03	10·03	14·61	11·89
	Weisstanne	11·19	5·01	6·63	6·19	4·86	13·11	15·02	12·08	13·11	17·82	15·02
	Lärche	9·42	3·33	4·93	4·49	3·19	11·30	13·19	10·29	11·30	15·94	13·19
	Weisskiefer	10·87	4·70	6·31	5·87	4·55	12·78	14·68	11·75	12·78	17·47	14·68
	Schwarzkiefer	3·71	2·06	0·55	0·96	2·20	5·49	7·28	4·53	5·49	9·89	7·28
Derbholz, Brenn- oder Feuerholz, Scheitholz II. Classe (Ausschuss)	Rothbuche	16·15	9·69	11·38	10·92	9·54	18·15	20·15	17·08	18·15	23·08	20·15
	Weissbuche	25·00	18·05	19·87	19·37	17·88	27·15	29·30	25·99	27·15	32·45	29·30
	Stieleiche	31·08	23·78	25·69	25·17	23·61	33·33	35·59	32·12	33·33	38·89	35·59
	Rotherle	22·37	15·56	17·34	16·86	15·40	24·47	26·58	23·34	22·47	29·66	26·58
	Weissbirke	26·25	19·23	21·07	20·57	19·06	28·43	30·60	27·26	28·43	33·78	30·60
	Aspe	21·38	14·63	16·40	15·92	14·47	23·47	25·56	22·35	23·47	28·62	25·56
	Fichte	11·52	5·32	6·94	6·50	5·17	13·44	15·36	12·41	13·44	18·17	15·36
	Weisstanne	14·57	8·19	9·86	9·41	8·04	16·54	18·51	15·48	16·54	21·40	18·51
	Lärche	13·53	7·22	8·87	8·42	7·07	15·49	17·44	14·44	15·49	20·30	17·44
	Weisskiefer	16·87	10·37	12·07	11·61	10·22	18·89	20·90	17·80	18·89	23·84	20·90
	Schwarzkiefer	7·70	1·71	3·28	2·85	1·57	9·56	11·41	8·56	9·56	14·12	11·41
Derbholz, Brenn- oder Feuerholz, Knüppel (Prügel)	Rothbuche	31·76	24·43	26·35	25·83	24·26	34·03	36·30	32·81	34·03	39·62	36·30
	Weissbuche	28·18	21·05	22·92	22·41	20·88	30·39	32·60	29·20	30·39	35·82	32·60
	Stieleiche	34·82	27·32	29·29	28·75	27·14	37·14	39·46	35·89	37·14	42·86	39·46
	Rotherle	34·58	27·09	29·06	28·52	26·92	36·90	39·22	35·65	36·90	42·60	39·22
	Weissbirke	27·75	20·64	22·50	22·00	20·47	29·95	32·15	28·76	29·95	35·36	32·15
	Aspe	25·00	18·05	19·87	19·37	17·88	27·15	29·30	25·99	27·15	32·45	29·30
	Fichte	2·86	2·86	1·36	1·77	3·00	4·63	6·40	3·68	4·63	8·99	6·40
	Weisstanne	16·69	10·20	1·90	11·44	10·05	18·70	20·71	17·62	18·70	23·65	20·71
	Lärche	8·95	2·89	4·47	4·04	2·74	10·82	12·70	9·81	10·82	15·44	12·70
	Weisskiefer	16·51	10·03	11·73	11·27	9·88	18·52	20·52	17·44	18·52	23·46	20·52
	Schwarzkiefer	4·14	1·66	0·14	0·55	1·79	5·93	7·72	4·97	5·93	10·34	7·72
Nicht-Derbholz, Brenn- oder Feuerholz, Reisig (schwache Prügel)	Rothbuche	68·90	59·51	61·98	61·30	59·28	71·81	74·72	70·25	71·81	78·97	74·72
	Weissbuche	73·96	64·29	66·82	66·13	64·06	76·96	79·95	75·35	76·96	84·33	79·95
	Stieleiche	92·11	81·42	84·22	83·46	81·17	95·42	98·73	93·64	95·42	103·56	98·73
	Rotherle	85·96	75·62	78·33	77·59	75·37	89·16	92·36	87·44	89·16	97·04	92·36
	Weissbirke	57·29	48·54	50·83	50·21	48·33	60·00	62·71	58·54	60·00	66·67	62·71
	Aspe	87·34	76·92	79·65	78·91	76·67	90·57	93·80	88·83	90·57	98·51	93·80
	Fichte	18·71	12·11	13·84	13·36	11·95	20·75	22·80	19·65	20·75	25·79	22·80
	Weisstanne	55·99	47·31	49·59	48·97	47·11	58·68	61·36	57·23	58·68	65·29	61·36
	Lärche	26·68	19·63	21·48	20·97	19·46	28·86	31·04	27·68	28·86	34·23	31·04
	Weisskiefer	78·49	68·56	71·16	70·45	68·32	81·56	84·63	79·91	81·56	89·13	84·63
	Schwarzkiefer	22·96	16·12	17·92	17·43	15·96	25·08	27·20	23·94	25·08	30·29	27·20
Nicht-Derbholz, Stockholz	Rothbuche	92·11	81·42	84·22	83·46	81·17	95·50	98·73	93·64	95·50	103·56	98·73
	Weissbuche	85·50	75·18	77·89	77·15	74·94	88·70	91·89	86·98	88·70	96·56	91·89
	Stieleiche	80·19	70·17	72·79	72·08	69·93	83·29	86·40	81·62	83·29	90·93	86·40
	Rotherle	65·21	56·02	58·42	57·77	55·80	68·05	70·90	66·52	68·05	75·05	70·90
	Weissbirke	55·99	47·31	49·59	48·97	47·11	58·68	61·36	57·23	58·68	65·29	61·36
	Aspe	54·71	46·11	48·36	47·75	45·90	57·38	60·04	55·94	57·38	63·93	60·04
	Fichte	46·03	37·91	40·04	39·46	37·72	48·55	51·06	47·20	48·55	54·74	51·06
	Weisstanne	70·81	61·31	63·81	63·12	61·09	73·76	76·70	72·17	73·76	81·00	76·70
	Lärche	28·40	21·26	23·13	22·62	21·09	30·61	32·82	29·42	30·61	36·05	32·82
	Weisskiefer	64·13	55·00	57·39	56·74	54·78	66·96	69·78	65·43	66·96	73·91	69·78
	Schwarzkiefer	39·04	31·31	33·33	32·78	31·12	41·44	43·83	40·15	41·44	47·33	43·83

Derbholz – Brenn- oder Feuerholz – Scheitholz I. Classe

Sortiment	Holzart	Rothbuche	Weissbuche	Stieleiche	Rotherle	Weissbirke	Aspe	Fichte	Weisstanne	Lärche	Weisskiefer	Schwarzkiefer
Nutz-Scheitholz	Rothbuche	9·93	13·51	11·26	10·80	14·30	9·41	7·55	10·07	8·59	9·79	3·58
	Weissbuche	4·63	8·42	6.03	5·61	9·26	4·06	2·09	4·76	3·36	4·48	2·10
	Stieleiche	6·08	9·81	7·46	7·04	10·64	5·52	3·59	6·21	4·69	5·93	0·53
	Rotherle	5·69	9·43	7·07	6·65	10·26	5·13	3·19	5·82	4·29	5·54	0·97
	Weissbirke	4·49	8·29	5·90	5·47	9·13	3·93	1·96	4·63	3·09	4·35	2·25
	Aspe	11·45	14·97	12·76	12·37	15·76	10·94	9·11	11·58	10·16	11·32	5·21
	Fichte	12·93	16·38	14·21	13·83	17·16	12·42	10·63	13·06	11·65	12·80	6·79
	Weisstanne	10·64	14·19	11·96	11·56	14·98	10·12	8·27	10·78	9·33	10·51	4·34
	Lärche	11·45	14·97	12·76	12·37	15·76	10·94	9·11	11·58	10·16	11·32	5·21
	Weisskiefer	15·00	18·38	16·25	15·88	19·13	14·50	12·75	15·13	13·75	14·88	9·00
	Schwarzkiefer	12·93	16·38	14·21	13·83	17·16	12·42	10·63	13·06	11·65	12·80	6·79
Scheitholz I. Classe	Rothbuche	0	3·97	1·47	1·03	4·85	0·59	2·65	0·15	1·47	0·15	7·06
	Weissbuche	4·13	0	2·60	3·06	0·92	4·75	6·89	3·98	5·67	4·29	11·49
	Stieleiche	1·49	2·54	0	0·45	3·43	2·09	4·18	1·34	2·99	1·64	8·66
	Rotherle	1·04	2·97	0·45	0	3·86	1.63	3·71	0·89	2·53	1·19	8·17
	Weissbirke	5·10	0·93	3·55	4·02	0	5·72	7·88	4·95	6·65	5·25	12·52
	Aspe	0·58	4·53	2·05	1·61	5·41	0	2·05	0·73	0·88	0·44	6·43
	Fichte	2·58	6·45	4·01	3·58	7·31	2·01	0	2·72	1·15	2·44	4·30
	Weisstanne	0·15	3·83	1·33	0·88	4·71	0·74	2·80	0	1·62	0·29	7·22
	Lärche	1·45	5·36	2·90	2·46	6·23	0·87	1·16	1·59	0	1·30	5·51
	Weisskiefer	0·15	4·11	1·62	1·17	4·99	0·44	2·50	0·29	1·32	0	6·90
	Schwarzkiefer	6·59	10·30	7·97	7·55	11·13	6·04	4·12	6·73	5·22	6·46	0
Scheitholz II. Classe (Ausschuss)	Rothbuche	4·62	0·46	3·08	3·54	0·46	5·23	7·38	4·46	6·15	4·77	12·00
	Weissbuche	12·58	8·11	10·93	11·42	7·12	13·25	15·56	12·42	14·24	12·75	20·53
	Stieleiche	18·06	13·37	16·32	16·84	12·33	18·75	21·18	17·88	19·79	18·23	26·39
	Rotherle	10·21	5·83	8·59	9·08	4·86	10·86	13·13	10·05	11·83	10·37	17·99
	Weissbirke	13·71	9·20	12·04	12·54	8·19	14·38	16·72	13·55	15·38	13·88	21·74
	Aspe	9·32	4·98	7·72	8·20	4·02	9·97	12·22	9·16	10·93	9·49	17·04
	Fichte	0·44	3·55	1·03	0·59	4·43	1·03	3·10	0·30	1·92	0·59	7·53
	Weisstanne	3·19	0·91	1·67	2·12	1·82	3·79	5·92	3·03	4·70	3·34	10·47
	Lärche	2·26	1·80	0·75	1·20	2·71	2·86	4·96	2·11	3·76	2·41	9·47
	Weisskiefer	5·26	1·08	3·72	4·18	0·15	5·88	8·05	5·11	6·81	5·42	12·69
	Schwarzkiefer	3·00	6·85	4·42	3·99	7·70	2·43	0·43	3·14	1·57	2·85	3·85
Knüppel (Prügel)	Rothbuche	18·67	13·96	16·93	17·45	12·91	19·37	21·82	18·50	20·42	18·85	27·05
	Weissbuche	15·45	10·87	13·75	14·26	9·85	16·13	18·51	15·28	17·15	15·62	23·60
	Stieleiche	21·43	16·61	19·64	20·18	15·54	22·14	24·64	21·25	23·21	21·61	30·00
	Rotherle	21·21	16·40	19·43	19·96	15·53	21·93	24·42	21·03	22·99	21·39	29·77
	Weissbirke	15·06	10·49	13·37	13·87	9·48	15·74	18·10	14·89	16·75	15·23	23·18
	Aspe	12·58	8·11	10·93	11·42	7·12	13·25	15·56	12·42	14·24	12·75	20·53
	Fichte	7·36	11·04	8·72	8·31	11·85	6·81	4·90	7·49	5·99	7·22	0·82
	Weisstanne	5·10	0·93	3·55	4·02	0	5·72	7·88	4·95	6·65	5·26	12·52
	Lärche	1·88	5·77	3·32	2·89	6·64	1·30	0·72	2·02	0·43	1·73	5·05
	Weisskiefer	4·94	0·77	3·40	3·86	0·15	5·56	7·72	4·78	6·48	3·09	12·35
	Schwarzkiefer	6·21	9·93	7·59	7·17	10·76	5·66	3·72	6·34	4·83	6·07	0·41
Reisig (schwache Prügel)	Rothbuche	52·13	46·09	49·89	50·56	44·74	53·02	56·15	51·90	54·36	52·35	62·86
	Weissbuche	56·68	50·46	54·38	55·07	49·08	57·60	60·83	56·45	58·97	56·91	67·74
	Stieleiche	73·03	66·16	70·48	71·25	64·63	74·04	77·61	72·77	75·57	73·28	85·24
	Rotherle	67·49	60·84	65·02	65·76	59·36	68·47	71·92	67·24	69·95	67·73	79·31
	Weissbirke	41·67	36·04	39·58	40·21	34·80	42·50	45·42	41·46	43·75	41·88	51·67
	Aspe	68·73	62·03	66·25	67·00	60·55	69·73	73·20	68·49	71·22	68·98	80·65
	Fichte	6·92	2·67	5·35	5·82	1·73	7·55	9·75	6·76	8·49	7·08	14·47
	Weisstanne	40·50	34·92	38·43	39·05	33·68	41·32	44·21	40·29	42·56	40·70	50·41
	Lärche	14·09	9·56	12·42	12·92	8·56	14·77	17·11	13·93	15·77	14·26	22·15
	Weisskiefer	60·76	54·37	58·39	59·10	52·96	61·70	65·01	60·52	63·12	60·99	72·10
	Schwarzkiefer	10·75	6·35	9·12	9·61	5·37	11·40	13·68	10·59	12·38	10·91	18·57
Stockholz	Rothbuche	73·03	66·16	70·48	71·25	64·63	74·05	77·61	72·77	75·57	73·28	85·32
	Weissbuche	67·08	60·44	64·62	65·36	58·97	68·06	71·50	66·83	69·53	67·32	78·87
	Stieleiche	62·29	55·85	59·90	60·62	54·42	63·25	66·59	62·05	64·68	62·53	73·75
	Rotherle	48·80	42·89	46·61	47·26	41·58	49·67	52·74	48·58	50·98	49·02	59·30
	Weissbirke	40·50	34·92	38·43	39·05	33·68	41·32	44·21	40·29	42·56	40·70	50·41
	Aspe	39·34	33·81	37·30	37·91	32·58	40·16	43·03	39·14	41·39	39·55	49·18
	Fichte	31·53	26·31	29·59	30·17	25·15	32·30	35·01	31·33	33·46	31·72	40·81
	Weisstanne	53·85	47·74	51·58	52·26	46·38	54·75	57·92	53·62	56·11	54·07	64·71
	Lärche	15·65	11·05	13·95	14·46	10·03	16·33	18·71	15·48	17·35	15·82	23·81
	Weisskiefer	47·83	41·96	45·65	46·30	40·65	48·70	51·74	47·61	50·00	48·04	58·26
	Schwarzkiefer	25·23	20·26	23·39	23·94	19·15	25·97	28·55	25·05	27·07	25·41	34·07

Derbholz – Brenn- oder Feuerholz – Scheitholz II. Classe (Ausschuss)

Sortiment	Holzart	Rothbuche	Weissbuche	Stieleiche	Rotherle	Weissbirke	Aspe	Fichte	Weisstanne	Lärche	Weisskiefer	Schwarzkiefer
Nutz-Scheitholz	Rothbuche	13·91	19·91	23·71	12·28	20·79	17·62	10·33	12·72	11·92	14·44	7·15
	Weissbuche	8·84	15·29	19·21	13·46	16·13	12·76	5·05	7·57	6·73	9·40	1·68
	Stieleiche	10·22	16·57	20·44	14·78	17·40	14·09	6·49	8·98	8·15	10·77	3·18
	Rotherle	9·85	16·23	20·11	14·42	17·06	13·73	6·10	8·60	7·77	10·40	2·77
	Weissbirke	8·71	15·17	19·10	13·34	16·01	12·64	4·92	7·44	6·60	9·27	1·56
	Aspe	15·36	21·35	25·00	19·66	22·14	19·01	11·85	14·19	13·41	15·89	8·72
	Fichte	16·77	22·66	26·25	21·00	23·43	20·35	13·32	15·62	14·85	17·29	10·24
	Weisstanne	14·59	18·99	24·31	18·92	21·42	18·27	11·04	13·40	12·62	15·11	7·88
	Lärche	15·36	21·35	25·00	19·66	22·14	19·01	11·85	14·19	13·41	15·89	8·72
	Weisskiefer	18·75	24·50	28·00	22·88	25·25	22·25	15·38	17·63	16·88	19·25	12·38
	Schwarzkiefer	16·77	22·66	26·25	21·00	23·43	20·35	13·32	15·62	14·85	17·29	10·24
Scheitholz I. Classe	Rothbuche	4·41	11·18	15·29	9·26	12·06	8·53	0·44	3·09	2·21	5·00	3·09
	Weissbuche	0·46	7·50	11·79	5·51	8·42	4·75	3·68	0·92	1·84	1·07	7·35
	Stieleiche	2·99	9·85	14·03	7·91	10·75	7·16	1·04	1·64	0·75	3·58	4·63
	Rotherle	3·42	10·25	14·41	8·32	11·14	7·58	0·59	2·08	1·19	4·01	4·16
	Weissbirke	0·46	6·65	10·97	4·64	7·57	3·86	4·64	1·85	2·78	0·15	8·35
	Aspe	4·97	11·70	15·79	9·80	12·57	9·06	1·02	3·65	2·78	5·56	2·49
	Fichte	6·88	13·47	17·48	11·60	14·33	10·89	3·01	5·59	4·73	7·45	0·43
	Weisstanne	4·27	11·05	15·17	9·13	11·93	8·39	0·29	2·95	2·06	4·86	3·24
	Lärche	5·80	12·46	16·52	10·58	13·33	9·86	1·88	4·49	3·62	6·38	1·59
	Weisskiefer	4·55	11·31	15·42	9·40	12·19	8·66	0·59	3·23	2·35	5·14	2·94
	Schwarzkiefer	10·71	17·03	20·88	15·25	17·86	14·56	7·01	9·48	8·65	11·26	3·71
Scheitholz II. Classe (Ausschuss)	Rothbuche	0	7·62	12·85	5·35	8·70	4·50	3·99	1·37	2·26	0·62	7·28
	Weissbuche	7·08	0	4·86	2·11	1·00	2·89	10·78	8·35	9·17	6·50	13·84
	Stieleiche	11·38	4·64	0	6·65	3·68	7·40	14·92	12·59	13·38	10·84	17·83
	Rotherle	5·08	2·15	7·12	0	3·18	0·80	8·86	6·37	7·22	4·49	11·98
	Weissbirke	8·00	0·99	3·82	3·08	0	3·86	11·67	9·26	10·08	7·43	14·69
	Aspe	4·31	2·98	7·99	0·81	4·01	0	8·12	5·61	6·47	3·72	11·27
	Fichte	4·15	12·09	17·53	9·72	13·21	8·48	0	2·73	1·80	4·80	3·42
	Weisstanne	1·38	9·11	14·41	6·81	10·20	5·95	2·66	0	0·90	2·01	5·99
	Lärche	2·31	10·10	15·45	7·78	11·20	6·91	1·77	0·91	0	2·94	5·14
	Weisskiefer	0·62	6·95	12·15	4·70	8·03	3·86	4·58	1·97	2·86	0	7·85
	Schwarzkiefer	7·85	16·06	21·70	13·61	17·22	12·70	3·55	6·37	5·41	8·51	0
Knüppel (Prügel)	Rothbuche	13·44	5·41	0·52	7·68	4·36	8·55	18·15	15·01	16·06	12·74	22·34
	Weissbuche	10·36	2·55	2·21	4·75	1·53	5·60	14·94	11·88	12·90	9·68	19·02
	Stieleiche	16·07	7·86	2·86	10·18	6·79	11·57	20·89	17·68	18·75	15·36	25·18
	Rotherle	15·86	7·66	2·67	9·98	6·60	10·87	20·68	17·47	18·54	15·15	24·96
	Weissbirke	9·98	2·20	2·54	4·40	1·18	5·25	14·55	11·51	12·52	9·31	18·61
	Aspe	7·62	0	4·64	2·15	0·99	2·98	12·09	9·11	10·10	6·95	16·06
	Fichte	11·44	17·71	21·53	15·94	18·53	15·26	7·77	10·22	9·40	11·99	4·50
	Weisstanne	0·46	6·65	10·97	4·64	7·57	3·86	4·64	1·85	2·78	0·15	8·35
	Lärche	6·24	12·84	16·88	10·97	13·71	10·25	2·31	4·91	4·04	6·78	1·15
	Weisskiefer	0·31	6·79	11·11	4·78	7·72	4·01	4·48	1·70	2·63	0·31	8·18
	Schwarzkiefer	10·34	16·69	20·55	14·90	17·52	14·21	6·62	9·10	8·28	10·90	3·31
Reisig (schwache Prügel)	Rothbuche	45·41	35·12	28·86	38·03	33·78	39·15	51·45	47·43	48·77	44·52	56·82
	Weissbuche	49·77	39·17	32·72	42·17	37·79	43·32	55·99	51·84	53·23	48·85	61·52
	Stieleiche	65·39	53·69	46·56	57·00	52·16	58·27	72·26	67·68	69·21	64·38	78·37
	Rotherle	60·10	48·77	41·87	51·97	47·29	53·20	66·75	62·32	63·79	59·11	72·66
	Weissbirke	35·42	25·83	20·00	28·54	24·58	29·58	41·04	37·29	38·54	34·58	46·04
	Aspe	61·29	49·88	42·93	53·10	48·39	54·34	67·99	63·52	65·01	60·30	73·95
	Fichte	2·20	5·03	9·43	2·99	5·97	2·20	6·45	3·62	4·56	1·57	10·22
	Weisstanne	34·30	24·79	19·01	27·48	23·55	28·51	39·88	36·16	37·40	33·47	44·83
	Lärche	9·06	1·34	3·36	3·52	0·34	4·36	13·59	10·57	11·58	8·39	17·62
	Weisskiefer	53·66	42·79	36·17	45·86	41·37	47·04	60·05	55·79	57·21	52·72	65·72
	Schwarzkiefer	5·86	1·63	6·19	0·49	2·61	1·30	10·26	7·33	8·31	5·21	14·17
Stockholz	Rothbuche	65·39	53·69	46·56	57·00	52·16	58·27	72·26	67·68	69·21	64·38	52·93
	Weissbuche	59·71	48·40	41·52	51·60	46·93	52·83	66·34	61·92	63·39	58·72	72·24
	Stieleiche	55·13	44·15	37·47	47·26	42·72	48·45	61·58	57·28	58·71	54·18	67·30
	Rotherle	42·23	32·17	26·04	35·01	30·85	36·11	48·14	44·20	45·51	41·36	53·39
	Weissbirke	34·30	24·79	19·01	27·48	23·55	28·51	39·88	36·16	37·40	33·47	44·83
	Aspe	33·20	23·77	18·03	26·43	22·54	27·46	38·73	35·04	36·27	32·38	43·65
	Fichte	25·73	16·83	11·41	19·34	15·67	20·31	30·95	27·47	28·63	24·95	35·59
	Weisstanne	47·06	36·65	30·32	39·59	35·29	40·72	53·17	49·10	50·45	46·15	58·60
	Lärche	10·54	2·72	2·04	4·93	1·70	5·78	15·14	12·07	13·10	9·86	19·22
	Weisskiefer	41·30	31·30	25·22	34·13	30·00	35·22	47·17	43·26	44·57	40·43	52·39
	Schwarzkiefer	19·71	11·23	6·68	13·63	10·13	14·55	24·68	21·36	22·47	20·81	29·10

Derbholz – Brenn- oder Feuerholz – Knüppel (Prügel)

Sortiment	Holzart	Rothbuche	Weissbuche	Stieleiche	Rotherle	Weissbirke	Aspe	Fichte	Weisstanne	Lärche	Weisskiefer	Schwarzkiefer
Nutz-Scheitholz	Rothbuche	24·11	21·99	25·83	25·70	21·72	20·00	2·78	14·30	8·21	14·17	3·97
	Weissbuche	19·64	17·39	21·46	21·32	17·11	15·29	2·95	9·26	2·81	9·12	1.68
	Stieleiche	20·86	18·65	22·65	22·51	18·37	16·57	1·38	10·64	4·28	10·50	0·14
	Rotherle	20·53	18·31	22·33	22·19	18·03	16·23	1·80	10·26	3·88	10·12	0·55
	Weissbirke	19·52	17·28	21·35	21·21	16·99	15·17	3·09	9·13	2·67	8·99	1·83
	Aspe	25·39	23·31	27·08	26·95	23·05	21·35	4·43	15·76	9·77	15·63	5·60
	Fichte	26·63	24·58	28·30	28·17	24·33	22·66	6·02	17·16	11·27	17·03	7·17
	Weisstanne	24·70	22·60	26·41	26·28	22·34	20·63	3·55	14·98	8·94	14·85	4·73
	Lärche	25·39	23·31	27·08	26·95	23·05	21·35	4·43	15·76	9·77	15·63	5·60
	Weisskiefer	28·38	26·38	30·00	29·88	26·13	24·50	8·25	19·13	13·38	19·00	9·38
	Schwarzkiefer	26·63	24·58	28·30	28·17	24·33	22·66	6·02	17·16	11·27	17·03	7·17
Scheitholz I. Classe	Rothbuche	15·74	13·38	17·65	17·50	13·09	11·18	7·94	4·85	1·91	4·71	6·62
	Weissbuche	12·25	9·81	14·24	14·09	9·49	7·50	12·40	0·92	6·13	0·77	11·03
	Stieleiche	14·48	12·09	16·42	16·27	11·79	9·85	9·55	3·43	3·43	3·28	8·21
	Rotherle	14·86	12·48	16·79	16·64	12·18	10·25	9·06	3·86	2·97	3·71	7·73
	Weissbirke	11·44	8·96	13·45	13·29	8·66	6·65	13·45	0	7·11	0·15	12·06
	Aspe	16·23	13·89	18·13	17.98	13·60	11·70	7·31	5·41	1·32	5·26	5·99
	Fichte	17·91	15·62	19·77	19·63	15·33	13·47	5·16	7·31	0·72	7·16	3·87
	Weisstanne	15·61	13·25	17·53	17·38	12·96	11·05	8·10	4·71	2·06	4·57	6·77
	Lärche	16·96	14·64	18·84	18·70	14·35	12·46	6·38	6·23	0·43	6·09	5·07
	Weisskiefer	15·86	13·51	17·77	17·62	13·22	11·31	7·78	4·99	1·76	4·85	6·46
	Schwarzkiefer	21·29	19·09	23·08	22·94	18·82	17·03	0·82	11·13	14·81	10·99	0·41
Scheitholz II. Classe (Ausschuss)	Rothbuche	11·85	9·38	13·85	13·69	9·08	7·08	12·92	0·46	6·62	0·31	11·54
	Weissbuche	5·13	2·48	7·28	7·12	2·15	0	21·52	7·12	14·74	7·28	20·03
	Stieleiche	0·52	2·26	2·78	2·60	2·60	4·86	27·43	12·33	20·31	12·50	25·87
	Rotherle	7·13	4·54	9·24	9·08	4·21	2·11	18·96	4·86	12·32	5·02	17·50
	Weissbirke	4·18	1·51	6·35	6·19	1·17	1·00	22·74	8·19	15·89	8·36	21·24
	Aspe	7·88	5·31	9·97	9·81	4·98	2·89	18·01	4·02	11·41	4·18	16·56
	Fichte	15·36	13·00	17·28	17·13	12·70	10·78	8·42	4·43	2·36	4·28	7·09
	Weisstanne	13·05	10·62	15·02	14·87	10·32	8·35	11·38	1·82	5·16	1·67	10·02
	Lärche	13·83	11·43	15·79	15·64	11·13	9·17	10·38	2·71	4·21	2·56	9·02
	Weisskiefer	11·30	8·82	13·31	13·16	8·51	6·50	13·62	0·15	7·28	0·31	12·23
	Schwarzkiefer	18·26	15·98	20·11	19·97	15·69	13·84	4·71	7·70	1·14	7·56	3·42
Knüppel (Prügel)	Rothbuche	0	2·79	2·27	2·09	3·14	5·41	28·10	12·91	20·94	13·09	26·53
	Weissbuche	2·72	0	4·93	4·75	0·34	2·55	24·62	9·85	17·66	10·02	23·09
	Stieleiche	2·32	5·18	0	0·18	5·54	7·86	31·07	15·54	23·75	15·71	29·46
	Rotherle	2·14	4·99	0·18	0	5·35	7·66	30·84	15·33	23·53	15·51	29·23
	Weissbirke	3·05	0·34	5·25	5·08	0	2·20	24·20	9·48	17·26	9·64	22·67
	Aspe	5·13	2·48	7·28	7·12	2·15	0	21·52	7·12	14·74	7·28	20·03
	Fichte	21·94	19·75	23·71	23·57	19·48	17·71	0	11·85	5·59	11·72	12·26
	Weisstanne	11·44	8·96	13·45	13·29	8·66	6·65	13·45	0	7·11	0·15	12·06
	Lärche	17·32	15·01	19·19	19·05	14·72	12·84	5·92	6·64	0	6·49	4·62
	Weisskiefer	11·57	9·10	13·58	13·43	8·80	6·79	13·27	0·15	6·94	0	11·88
	Schwarzkiefer	20·97	18·76	22·76	22·62	18·48	16·69	1·24	10·76	4·41	10·62	0
Reisig (schwache Prügel)	Rothbuche	28·19	31·77	25·28	25·50	32·21	35·12	64·21	44·74	55·03	44·97	62·19
	Weissbuche	32·03	35·71	29·03	29·26	36·18	39·17	69·12	49·08	59·68	49·31	67·05
	Stieleiche	45·80	49·87	42·49	42·75	50·38	53·69	86·77	64·63	76·34	64·89	84·48
	Rotherle	41·13	45·07	37·93	38·18	45·57	48·77	80·79	59·36	70·69	59·61	78·57
	Weissbirke	19·38	22·71	16·67	16·88	23·13	25·83	52·92	34·79	44·38	35·00	51·04
	Aspe	42·18	46·15	38·96	39·21	46·65	49·88	82·13	60·55	71·96	60·79	79·90
	Fichte	9·91	7·39	11·95	11·79	7·08	5·03	15·41	1·73	8·96	1·89	13·99
	Weisstanne	18·39	21·69	15·70	15·91	24·17	24·79	51·65	33·68	43·18	33·88	49·79
	Lärche	3·86	1·17	6·04	5·87	0·84	1·34	23·15	8·56	16·28	8·72	21·64
	Weisskiefer	35·46	39·24	32·39	32·62	39·72	42·79	73·52	52·96	63·83	50·83	71·39
	Schwarzkiefer	6·68	4·07	8·79	8·63	3·75	1·63	19·54	5·37	12·87	5·54	18·08
Stockholz	Rothbuche	45·80	49·87	42·49	42·75	50·38	53·69	86·77	64·63	76·34	64·89	84·48
	Weissbuche	40·79	44·72	37·59	37·84	45·21	48·40	80·34	58·97	70·27	59·21	78·13
	Stieleiche	36·75	40·57	33·65	33·89	41·05	44·15	75·18	54·42	65·39	54·65	73·03
	Rotherle	25·38	28·88	22·54	22·76	29·32	32·17	60·61	41·58	51·64	41·79	58·64
	Weissbirke	18·39	21·69	15·70	15·91	22·11	24·79	51·65	33·68	43·18	33·88	49·79
	Aspe	17·42	20·70	14·75	14·96	21·11	23·77	50·41	32·58	42·01	32·79	48·57
	Fichte	10·83	13·93	8·32	8·51	14·31	16·83	41·97	25·15	34·04	25·34	40·23
	Weisstanne	29·64	33·26	26·70	26·92	33·71	36·65	66·06	46·38	56·79	46·61	64·03
	Lärche	2·55	0·17	4·76	4·59	0·51	2·72	24·83	10·03	17·86	10·20	23·30
	Weisskiefer	24·57	28·04	21·74	21·96	28·48	31·30	59·57	40·65	50·65	40·87	57·61
	Schwarzkiefer	5·52	8·47	3·14	3·31	8·84	11·23	35·17	19·15	27·62	19·34	33·52

Nicht-Derbholz – Brenn- oder Feuerholz – Reisig (schwache Prügel)

Sortiment	Holzart	Rothbuche	Weissbuche	Stieleiche	Rotherle	Weissbirke	Aspe	Fichte	Weisstanne	Lärche	Weisskiefer	Schwarzkiefer
Nutz-Scheitholz	Rothbuche	40·79	42·52	47·95	46·23	36·42	46·62	15·76	35·89	21·06	43·97	18·68
	Weissbuche	37·31	39·13	44·88	43·06	32·68	43·48	10·80	32·12	16·41	40·67	13·88
	Stieleiche	38·26	40·06	45·72	43·92	33·70	44·34	12·15	33·15	17·68	41·57	15·19
	Rotherle	38·00	39·81	45·49	43·69	33·43	44·11	11·79	32·87	17·34	41·33	14·84
	Weissbirke	37·22	39·04	44·80	42·98	32·58	43·40	10·67	32·02	16·29	40·59	13·76
	Aspe	41·80	43·49	48·83	47·14	37·50	47·53	17·19	36·98	22·40	44·92	20·05
	Fichte	42·77	44·43	49·68	48·02	38·54	48·40	18·57	38·03	23·69	45·84	21·38
	Weisstanne	42·26	42·97	48·36	46·65	36·93	47·04	16·43	36·40	21·68	44·42	19·32
	Lärche	41·80	43·49	48·83	47·14	37·50	47·53	17·19	36·98	22·40	44·92	20·05
	Weisskiefer	44·13	45·75	50·88	49·25	40·00	49·62	20·50	39·50	25·50	47·13	23·25
	Schwarzkiefer	42·77	44·43	49·68	48·02	38·54	48·40	18·57	38·03	23·69	45·84	21·38
Scheitholz I. Classe	Rothbuche	34·26	36·18	42·21	40·29	29·41	40·74	6·47	28·82	12·35	37·79	9·71
	Weissbuche	31·55	33·54	39·82	37·83	26·49	38·28	2·60	25·88	8·73	35·22	5·97
	Stieleiche	33·28	35·22	41·34	39·40	28·36	39·85	5·07	27·76	11·04	36·87	8·36
	Rotherle	33·58	35·51	41·60	39·67	28.68	40·12	5·50	28·08	11·44	37·15	8·77
	Weissbirke	30·91	32·92	39·26	37·25	25·81	37·71	1·70	25·19	7·88	34·62	5·10
	Aspe	34·65	36·55	42·54	40·64	29·82	41·08	7·02	29·24	12·87	38·16	10·23
	Fichte	35·96	37·82	43·70	41·83	31·23	42·26	8·88	30·66	14·61	39·40	12·03
	Weisstanne	34·17	36·08	42·12	40·21	29·31	40·65	6·33	28·72	12·22	37·70	9·57
	Lärche	35·22	37·10	43·04	41·16	30·43	41·59	7·83	29·86	13·62	38·70	11·01
	Weisskiefer	34·36	36·27	42·29	40·38	29·52	40·82	6·61	28·93	12·48	37·89	9·84
	Schwarzkiefer	38·60	40·38	46·02	44·23	34·07	44·64	12·64	33·52	18·13	41·90	15·66
Scheitholz II. Classe (Ausschuss)	Rothbuche	31·23	33·23	39·54	37·54	26·15	38·00	2·15	25·54	8·31	34·92	5·54
	Weissbuche	25·99	28·15	34·93	32·78	20·53	33·28	5·30	19·87	1·32	29·97	1·65
	Stieleiche	22·40	24·65	31·77	29·51	16·67	30·03	10·42	15·97	3·47	26·56	6·60
	Rotherle	27·55	29·66	36·30	34·20	22·20	34·68	3·08	21·56	3·40	31·44	0·49
	Weissbirke	25·64	27·42	34·28	32·11	19·73	32·61	6·35	19·06	0·33	29·26	2·68
	Aspe	28·14	30·23	36·82	34·73	22·83	35·21	2·25	22·19	4·18	31·99	1·29
	Fichte	33·97	35·89	41·95	40·03	29·10	40·47	6·06	28·51	11·94	37·52	9·31
	Weisstanne	32·17	34·14	40·36	38·39	27·16	38·85	3·49	26·56	9·56	35·81	6·83
	Lärche	32·78	34·74	40·90	38·95	27·82	39·40	4·36	27·22	10·38	36·39	7·67
	Weisskiefer	30·80	32·82	39·16	37·15	25·70	37·62	1·55	25·08	7·74	34·52	4·95
	Schwarzkiefer	36·23	38·09	43·94	42·08	31·53	42·51	9·27	30·96	14·98	39·66	12·41
Knüppel (Prügel)	Rothbuche	21·99	24·26	31·41	29·14	16·23	29·67	10·99	15·53	4·01	26·18	7·16
	Weissbuche	24·11	26·32	33·28	31·07	18·51	31·58	7·98	17·83	1·19	28·18	4·24
	Stieleiche	20·18	22·50	29·82	27·50	14·29	28·04	13·57	13·57	6·43	24·46	9·64
	Rotherle	20·32	22·64	29·95	27·63	14·44	28·16	13·37	13·73	6·24	24·60	9·45
	Weissbirke	24·37	26·57	33·50	31·30	18·78	31·81	7·61	18·10	0·85	28·43	3·89
	Aspe	25·99	28·15	34·93	32·78	20·53	33·28	5·30	19·87	1·32	29·97	1·66
	Fichte	39·10	40·87	46·46	44·69	34·60	45·10	13·35	34·06	18·80	42·37	16·35
	Weisstanne	30·91	32·92	39·26	37·25	25·81	37·71	1·70	25·19	7·88	34·62	5·10
	Lärche	35·50	37·37	43·29	41·41	30·74	41·85	8·23	30·16	14·00	38·96	11·40
	Weisskiefer	31·02	33·02	39·35	37·35	25·93	37·81	1·85	25·31	8·02	34·72	5·25
	Schwarzkiefer	38·34	40·14	45·79	44·00	33·79	44·41	22·76	33·24	17·79	41·66	15·31
Reisig (schwache Prügel)	Rothbuche	0	2·91	12·08	9·17	7·38	9·84	42·28	8·28	33·33	5·37	37·36
	Weissbuche	3·00	0	9·45	6·45	10·60	7·14	46·54	11·52	37·33	2·53	41·47
	Stieleiche	13·74	10·43	0	3·31	22·14	2·54	61·83	23·16	51·65	7·63	56·23
	Rotherle	10·10	6·90	3·20	0	18·23	0·74	56·65	19·21	46·80	4·19	51·23
	Weissbirke	6·88	9·58	18·13	15·42	0	16·04	32·50	0·83	24·17	11·88	27·92
	Aspe	10·92	7·69	2·48	0·74	19·11	0	57·82	20·10	47·89	4·96	52·36
	Fichte	29·72	31·78	38·21	36·16	24·53	36·64	0	23·90	6·29	33·49	3·46
	Weisstanne	7·64	10·33	18·80	16·12	0·83	16·74	31·40	0	23·14	12·60	26·86
	Lärche	25·00	27·18	34·06	31·88	19·46	32·38	6·71	18·79	0	29·03	3·02
	Weisskiefer	5·67	2·60	7·09	4·02	13·48	4·73	50·35	14·42	40·90	0	45·15
	Schwarzkiefer	27·20	29·32	35·99	33·88	21·82	34·36	35·83	21·17	2·93	31·11	0
Stockholz	Rothbuche	13·74	10·43	0	3·31	22·14	2·54	61·83	23·16	51·65	7·63	56·23
	Weissbuche	9·83	6·63	3·44	0·25	17·94	0·98	56·27	18·92	46·44	3·93	50·86
	Stieleiche	6·68	3·58	6·21	3·10	14·56	3·82	51·79	15·51	42·24	0·95	46·54
	Rotherle	2·19	5·03	14·00	11·16	5·03	11·82	39·17	5·91	30·42	7·44	34·35
	Weissbirke	7·64	10·33	18·80	16·12	0·83	16·74	31·40	0	23·14	12·60	26·86
	Aspe	8·40	11·07	19·47	16·80	1·64	17·42	30·33	0·82	22·13	13·32	25·82
	Fichte	13·54	10·05	23·98	21·47	7·16	22·05	23·02	6·38	12·28	18·18	18·76
	Weisstanne	1·13	1·81	11·09	8·14	8·60	8·82	43·89	9·50	34·84	4·30	38·91
	Lärche	23·98	26·19	33·16	30·95	18·37	31·46	8·16	17·69	1·36	28·06	4·42
	Weisskiefer	2·83	5·65	14·57	11·74	4·35	12·39	38·26	5·22	29·57	8·04	33·48
	Schwarzkiefer	17·68	20·07	27·62	25·23	11·60	25·78	17·13	10·87	9·76	22·10	13·08

Nicht-Derbholz – Brenn- oder Feuerholz – Stockholz

Sortiment	Holzart	Rothbuche	Weissbuche	Stieleiche	Rotherle	Weissbirke	Aspe	Fichte	Weisstanne	Lärche	Weisskiefer	Schwarzkiefer
Nutz-Scheitholz	Rothbuche	47·95	46·09	44·50	39·47	35·89	35·36	31·52	41·46	22·12	39·07	28·08
	Weissbuche	44·88	42·92	41·23	35·90	32·12	31·56	27·49	38·01	17·53	35·48	23·84
	Stieleiche	45·72	43·78	42·13	36·88	33·15	32·60	28·59	38·95	18·78	36·46	25·00
	Rotherle	45·49	43·55	41·89	36·62	32·87	32·32	28·30	38·70	18·45	36·20	24·69
	Weissbirke	44·80	42·84	41·15	35·81	32·02	31·46	27·39	37·92	17·42	35·39	23·74
	Aspe	48·83	47·01	45·44	40·49	36·98	36·46	32·68	42·45	23·44	40·10	29·30
	Fichte	49·68	47·89	46·35	41·49	38·03	37·52	33·80	43·41	24·71	41·10	30·47
	Weisstanne	48·36	46·52	44·94	39·95	36·40	35·87	32·06	41·92	22·73	39·55	28·65
	Lärche	48·83	47·01	45·44	40·49	36·98	36·46	32·68	42·45	23·44	40·10	29·30
	Weisskiefer	50·88	49·13	47·63	42·88	39·50	39·00	35·38	44·75	26·50	42·50	32·13
	Schwarzkiefer	49·68	47·89	46·35	41·49	38·03	37·52	33·80	43·41	24·71	41·10	30·47
Scheitholz I. Classe	Rothbuche	42·21	40·15	38·38	32·79	28·82	28·24	23·97	35·00	13·53	32·35	20·15
	Weissbuche	39·82	37·67	35·83	30·02	25·88	25·27	21·83	32·31	9·95	29·56	16·85
	Stieleiche	41·34	39·25	37·46	31·79	27·76	27·16	22·84	34·03	12·24	31·34	18·96
	Rotherle	41·60	39·52	37·74	32·10	28·08	27·49	23·18	34·32	12·63	31·65	19·32
	Weissbirke	39·26	37·09	35·24	29·37	25·19	24·57	20·09	31·68	9·12	28·90	16·07
	Aspe	42·54	40·50	38·74	33·19	29·24	28·65	24·42	35·38	14·04	32·75	20·61
	Fichte	43·70	41·69	39·97	34·53	30·66	30·09	25·93	36.68	15·76	34·10	22·21
	Weisstanne	42·12	40·06	38·29	32·70	28·72	28·13	23·86	34·90	13·40	32·25	20·03
	Lärche	43·04	41·01	39·28	33·77	29·86	29·28	25·07	35·94	14·78	33·33	21·30
	Weisskiefer	42·29	40·23	38·47	32·89	28·93	28·34	24·08	35·10	13·66	32·45	20·26
	Schwarzkiefer	46·02	44·09	42·45	37·23	33·52	32·97	28·98	39·29	19·23	36·81	25·41
Scheitholz II. Classe (Ausschuss)	Rothbuche	39·54	37·38	35·54	29·69	25·54	24·92	20·46	32·00	9·54	29·23	16·46
	Weissbuche	34·93	32·62	30·63	24·34	19·87	19·21	14·40	26·82	2·65	23·84	10·10
	Stieleiche	31·77	29·34	27·26	20·66	15·97	15·28	10·24	23·26	2·08	20·14	5·73
	Rotherle	36·30	34·04	32·09	25·93	21·56	20·91	16·21	28·36	4·70	25·45	11·99
	Weissbirke	34·28	31·94	29·93	23·58	19·06	18·39	13·55	26·09	1·67	23·08	9·20
	Aspe	36·82	34·57	32·64	26·57	22·19	21·54	16·88	28·94	5·47	26·05	12·70
	Fichte	41·95	39·88	38·11	32·50	28·51	27·92	23·63	34·71	13·15	32·05	19·79
	Weisstanne	40·36	38·24	36·42	30·65	26·56	25·95	21·55	32·93	10·77	30·20	17·60
	Lärche	40·90	38·80	36·99	31·28	27·22	26·62	22·26	33·53	11·58	30·83	18·35
	Weisskiefer	39·16	37·00	35·14	29·26	25·08	24·46	19·97	31·58	8·98	28·79	15·94
	Schwarzkiefer	43·94	41·94	40·23	34·81	30·96	30·39	26·25	36·95	16·12	34·38	22·54
Knüppel (Prügel)	Rothbuche	31·41	28·97	26·88	20·24	15·53	14·83	9·77	22·86	2·62	19·72	5·24
	Weissbuche	33·28	30·90	28·86	22·41	17·83	17·15	12·22	24·96	0·17	21·90	7·90
	Stieleiche	29·82	27·32	25·18	18·39	13·57	12·86	7·68	21·07	5·00	17·86	3·04
	Rotherle	29·95	27·41	25·31	18·54	13·73	13·01	7·84	21·21	4·81	18·00	3·21
	Weissbirke	33·50	31·13	29·10	22·67	18·10	17·43	12·52	25·21	0·51	22·17	8·12
	Aspe	34·93	32·62	30·63	24·34	19·87	19·21	14·40	26·82	2·65	23·84	10·10
	Fichte	46·46	44·55	42·92	37·74	34·06	33·51	29·56	39·78	19·89	37·33	26·02
	Weisstanne	39·26	37·09	35·24	29·37	25·19	24·57	20·09	31·68	9·12	28·90	16·07
	Lärche	43·29	55·70	53·97	34·55	30·16	29·58	25·40	36·22	15·15	33·62	21·65
	Weisskiefer	39·35	37·19	35·34	29·48	25·31	24·69	20·22	31·79	9·26	29·01	16·20
	Schwarzkiefer	45·79	43·86	42·21	36·97	33·24	32·69	28·69	39·04	18·90	36·55	15·10
Reisig (schwache Prügel)	Rothbuche	12·08	8·95	6·26	2·24	8·28	9·17	15·66	1·12	31·54	2·91	21·48
	Weissbuche	9·45	6·22	3·46	5·21	11·52	12·44	19·12	1·84	35·48	5·99	25·12
	Stieleiche	0	3·56	6·62	16·28	23·16	24·17	31·55	12·47	49·62	17·05	38·17
	Rotherle	3·20	0·25	3·20	12·56	19·21	20·20	27·34	8·87	44·83	13·30	33·74
	Weissbirke	18·13	15·21	12·71	4·79	0·83	1·67	7·71	7·92	22·50	4·17	13·13
	Aspe	2·48	0·99	3 97	13·40	20·10	21·09	28·29	9·68	45·91	14·14	3·47
	Fichte	38·21	36·01	34·12	28·14	23·90	23·27	18·71	30·50	7·55	27·67	14·62
	Weisstanne	18·80	15·91	13·43	5·58	0	0·83	6·82	8·68	21·49	4·96	12·19
	Lärche	34·06	31·17	29·70	23·32	18·79	18·12	13·26	25·84	1·34	22·82	8·89
	Weisskiefer	7·09	3·78	0·95	8·04	14·42	15·37	22·22	4·49	39·01	8·75	28·37
	Schwarzkiefer	35·99	33·71	31·76	25·57	21·17	20·52	15·80	28·01	4·23	25·08	11·56
Stockholz	Rothbuche	0	3·56	6·62	16·28	23·16	24·17	31·55	12·47	49·62	17·05	38·17
	Weissbuche	3·44	0	2·95	12·29	18·92	19·90	27·03	8·60	44·47	13·02	33·42
	Stieleiche	6·21	2·86	0	9·07	15·51	16·47	23·39	5·49	40·33	9·79	29·59
	Rotherle	14·00	10·94	8·32	0	5·91	6·78	13·13	3·28	28·67	0·66	18·82
	Weissbirke	18·80	15·91	13·43	5·58	0	0·83	6·82	8·68	21·49	4·96	12·19
	Aspe	19·47	16·60	14·14	6·35	0·82	0	5·94	9·43	20·49	5·74	11·27
	Fichte	23·98	21·28	18·96	11·61	6·38	5·61	0	14·51	13·73	11·03	5·03
	Weisstanne	11·09	7·92	5·20	3·39	9·50	10·41	16·97	0	33·03	4·07	22·85
	Lärche	33·16	30·78	28·74	22·28	17·69	17·01	12·07	24·83	0	21·77	7·65
	Weisskiefer	14·57	11·52	8·91	0·65	5·22	6·09	12·39	3·91	27·83	0	18·04
	Schwarzkiefer	27·62	25·05	22·84	15·84	10·87	10·13	4·79	18·60	8·29	15·29	0

*) Unter Zugrundelegung der Tabelle I durch Rechnung festgestellte Werthe.

Vergleichende Untersuchungen

über Massenergebnisse bei Derbgehaltsbestimmungen mit dem Xylometer und dem Gabelmass (Kluppe).

Scheitlänge resp. Stosstiefe = 1 Meter.

Holzart	Sortiment																								
	Schichtnutzholz					Brenn- oder Feuerholz																			
	Nutz-Scheitholz					Scheitholz										Knüppel (Prügel)					Reisig (schwache Prügel)				
						I. Classe					II. Classe (Ausschuss)														
	Derbgehalt in Fm.				Differenz	Derbgehalt in Fm.				Differenz	Derbgehalt in Fm.				Differenz	Derbgehalt in Fm.				Differenz	Derbgehalt in Fm.				Differenz
	im Ganzen		per Raummeter			im Ganzen		per Raummeter			im Ganzen		per Raummeter			im Ganzen		per Raummeter			im Ganzen		per Raummeter		
	stereometrisch	xylometrisch	stereometrisch	xylometrisch	in Fm.	stereometrisch	xylometrisch	stereometrisch	xylometrisch	in Fm.	stereometrisch	xylometrisch	stereometrisch	xylometrisch	in Fm.	stereometrisch	xylometrisch	stereometrisch	xylometrisch	in Fm.	stereometrisch	xylometrisch	stereometrisch	xylometrisch	in Fm.
Rothbuche *(Fagus sylvatica L.)*	0·7329	0·7305	0·7329	0·7305	0·0024	0·7240	0·7170	0·7240	0·7170	0·0070	0·6354	0·6484	0·6354	0·6484	—0·0130	0·6070	0·6137	0·6070	0·6137	—0·0067	—	—	—	—	—
	0·7484	0·7317	0·7484	0·7317	0·0167	0·6970	0·6910	0·6970	0·6910	0·0060	0·6242	0·6605	0·6242	0·6605	—0·0363	0·6976	0·7181	0·6976	0·7181	—0·0205	—	—	—	—	—
	0·7487	0·7460	0·7487	0·7460	0·0027	0·6330	0·6450	0·6330	0·6450	—0·0120	1·4269	1·3962	0·7135	0·6981	0·0154	0·5650	0·5800	0·5650	0·5800	—0·0150	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	0·7097	0·7061	0·7097	0·7061	0·0036	0·6525	0·6615	0·6525	0·6615	—0·0090	0·6100	0·6093	0·6100	0·6093	0·0007	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	0·6875	0·6816	0·6875	0·6816	0·0059	0·7780	0·7370	0·7780	0·7370	0·0410	0·7057	0·7049	0·7057	0·7049	0·0008	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	0·7124	0·7076	0·7124	0·7076	0·0048	1·2759	1·2545	0·6379	0·6272	0·0107	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	0·6296	0·6452	0·6296	0·6452	—0·0156	0·6480	0·6435	0·6480	0·6435	0·0045	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	0·6380	0·6526	0·6380	0·6526	—0·0146	0·7200	0·7330	0·7200	0·7330	—0·0130	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	2·7714	2·7462	0·6929	0·6866	0·0063	0·7108	0·7298	0·7108	0·7298	—0·0190	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	2·6688	2·6605	0·6672	0·6651	0·0021	1·3947	1·3705	0·6974	0·6853	0·0121	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	1·4458	1·4063	0·7229	0·7032	0·0197	0·6396	0·6266	0·6396	0·6266	0·0130	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	2·7428	2·6825	0·6857	0·6706	0·0151	1·3944	1·3829	0·6972	0·6915	0·0057	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	0·6963	0·7050	0·6963	0·7050	—0·0087	1·4488	1·4200	0·7244	0·7100	0·0144	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	0·6040	0·6058	0·6040	0·6058	—0·0018	1·4312	1·4157	0·7156	0·7079	0·0077	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	0·6993	0·6923	0·6993	0·6923	0·0070	1·5574	1·4693	0·7787	0·7347	0·0440	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	3·0933	3·0467	0·7733	0·7617	0·0116	1·4449	1·4431	0·7225	0·7216	0·0009	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Weissbuche *(Carpinus betulus L.)*	—	—	—	—	—	0·7179	0·6860	0·7179	0·6860	0·0319	0·6841	0·6422	0·6841	0·6422	0·0419	0·5677	0·5612	0·5677	0·5612	0·0065	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	0·7392	0·7049	0·7392	0·7049	0·0343	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Stieleiche *(Quercus pedunculata Ehrh.)*	1·4382	1·4062	0·7191	0·7031	0·0160	2·7645	2·6181	0·6911	0·6545	0·0366	—	—	—	—	—	0·6170	0·6339	0·6170	0·6339	—0·0169	—	—	—	—	—
	2·9882	2·9293	0·7471	0·7323	0·0148	0·7550	0·7040	0·7550	0·7040	0·0510	—	—	—	—	—	1·0910	1·1788	0·5455	0·5894	—0·0439	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	0·7950	0·7050	0·7950	0·7050	0·0900	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	0·7223	0·6930	0·7223	0·6930	0·0293	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Rotherle *(Alnus glutinosa Gaertn.)*	—	—	—	—	—	1·4102	1·2943	0·7051	0·6472	0·0579	0·6490	0·7163	0·6490	0·7163	—0·0673	0·6038	0·6077	0·6038	0·6077	—0·0039	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0·7007	0·7033	0·7007	0·7033	—0·0026	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Weissbirke *(Betula alba L.)*	—	—	—	—	—	3·2075	3·0898	0·8019	0·7725	0·0294	0·6844	0·7046	0·6844	0·7046	—0·0202	0·6380	0·6418	0·6380	0·6418	—0·0038	—	—	—	—	—
Fichte *(Abies excelsa D.C.)*	0·8019	0·7857	0·8019	0·7857	0·0162	0·7377	0·7137	0·7377	0·7137	0·0240	0·6995	0·6958	0·6995	0·6958	0·0037	0·6370	0·6366	0·6370	0·6366	0·0004	1·8290	1·8718	0·6097	0·6239	—0·0142
	2·4686	2·4523	0·8229	0·8174	0·0055	1·5449	1·4483	0·7725	0·7242	0·0483	2·0080	2·0713	0·6693	0·6904	—0·0211	1·5330	1·5399	0·7665	0·7699	—0·0034	0·6550	0·6704	0·6550	0·6704	—0·0154
	(5·6473)*	(5·6285)	(0·8068)	(0·8041)	(0·0027)	0·7958	0·7606	0·7958	0·7606	0·0352	(1·3483)	(1·4225)	(0·6742)	(0·7113)	(—0·0371)	2·2190	2·2391	0·7397	0·7464	—0·0067	1·1780	1·2738	0·5890	0·6369	—0·0479
	—	—	—	—	—	0·6650	0·6899	0·6650	0·6899	—0·0249	—	—	—	—	—	(3·7220)	(3·7646)	(0·7444)	(0·7529)	(—0·0085)	(0·5512)	(0·6669)	(0·5512)	(0·6669)	(—0·1157)
	—	—	—	—	—	1·4220	1·4409	0·7110	0·7205	—0·0095	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(1·0415)	(1·2654)	(0·5208)	(0·6327)	(—0·1119)
	—	—	—	—	—	2·1740	2·1821	0·7247	0·7274	—0·0027	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	0·7891	0·7803	0·7891	0·7803	0·0088	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Weisstanne *(Abies pectinata D.C.)*	(0·7732)	(0·7681)	(0·7732)	(0·7681)	(0·0051)	0·6954	0·6688	0·6954	0·6688	0·0266	—	—	—	—	—	0·7301	0·7438	0·7301	0·7438	—0·0137	(0·5977)	(0·6744)	(0·5977)	(0·6744)	(—0·0767)
	(1·5527)	(1·5520)	(0·7764)	(0·7760)	(0·0004)	0·7841	0·7661	0·7841	0·7661	0·0180	—	—	—	—	—	(0·7112)	(0·7460)	(0·7112)	(0·7460)	(—0·0348)	(1·0591)	(1·2168)	(0·5296)	(0·6084)	(—0·0788)
	—	—	—	—	—	0·7665	0·7468	0·7665	0·7468	0·0197	—	—	—	—	—	(2·1732)	(2·2939)	(0·7244)	(0·7646)	(—0·0402)	(1·1427)	(1·3768)	(0·5714)	(0·6884)	(—0·1170)
	—	—	—	—	—	0·7882	0·7564	0·7882	0·7564	0·0318	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Lärche *(Larix europaea D.C.)*	0·7708	0·7491	0·7708	0·7491	0·0217	2·0890	2·0384	0·6963	0·6795	0·0168	1·4459	1·3909	0·7230	0·6954	0·0276	1·2450	1·3432	0·6225	0·6716	—0·0491	2·2320	2·4166	0·5580	0·6042	—0·0462
	—	—	—	—	—	1·5882	1·4370	0·7941	0·7185	0·0756	—	—	—	—	—	2·0110	2·2015	0·6703	0·7338	—0·0635	1·0290	1·2033	0·5145	0·6017	—0·0872
	—	—	—	—	—	1·6046	1·5524	0·8023	0·7762	0·0261	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Weisskiefer *(Pinus sylvestris L.)*	—	—	—	—	—	0·7435	0·7258	0·7435	0·7258	0·0177	1·4648	1·4519	0·7324	0·7260	0·0064	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	5·1465	4·8290	0·7352	0·6899	0·0453	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

*) Die eingeklammerten Resultate beziehen sich auf 0·8 Meter Scheitlänge oder Stosstiefe.

Untersuchungen

über den Einfluss der Stoss- oder Zainlänge auf den Derbholzgehalt der Raummasse.

Scheitlänge resp. Stosstiefe = 1 Meter.

Holzart	Zainlänge in Meter	Sortiment: Scheitholz I. Classe	Sortiment: Scheitholz II. Classe	Sortiment: Knüppel (Prügel)	Sortiment: Reisig (schwache Prügel)
		Derbgehalt in Fm. per Raummeter ohne Stossüberhöhe (Darr- oder Schwindscheit)			
Rothbuche (*Fagus sylvatica L.*)	1	0·678	0·666	0·572	0·444
	2	0·703	0·678	0·586	0·447
	3	—	—	0·587	0·456
Weissbuche (*Carpinus betulus L.*)	1	0·652	—	0·569	—
	2	0·654	—	0·610	—
Stieleiche (*Quercus pedunculata Ehrh.*)	1	0·675	0·571	0·540	—
	2	0·686	0·578	0·589	—
Rotherle (*Alnus glutinosa Gaertn.*)	1	0·656	0·589	0·560	0·395
	2	—	0·591	0·638	0·400
	3	0·670	0·647	—	—
Aspe (*Populus tremula L.*)	1	0·658	0·613	0·588	—
	2	0·678	0·645	0·635	—
	3	0·683	—	—	—
Fichte (*Abies excelsa D.C.*)	1	0·716	0·667	0·637	—
	2	0·724	—	—	—
	3	0·727	0·690	0·746	—
Weisstanne (*Abies pectinata D.C.*)	1	0·648	0·656	0·648	0·451
	2	0·666	0·660	0·655	0·463
Lärche (*Larix europaea D.C.*)	1	0·688	0·661	0·658	0·574
	2	0·706	0·682	0·670	0·602
Weisskiefer (*Pinus sylvestris L.*)	1	0·662	0·577	0·587	—
	2	0·687	0·653	0·663	—
	3	0·704	0·668	—	—
Schwarzkiefer (*Pinus austriaca Höss.*)	1	—	0·690	0·720	—
	2	—	0·723	—	—
	3	—	—	0·730	—

Holzgewic

Berindete Holzmasse, Grüngewicht per Raummeter ohne Stossüberhöhe (Dar

Scheitlänge resp. St

Holzart	Derbholz: Schichtnutzholz – Nutz-Scheitholz			Brenn- Scheitholz: I. Classe			II. Classe (Ausschuss)			III. Cl
	Derbgehalt	Gewicht in Kilogramm		Derbgehalt	Gewicht in Kilogramm		Derbgehalt	Gewicht in Kilogramm		Der geha
	per Raummeter		specifisch	per Raummeter		specifisch	per Raummeter		specifisch	per
Laub										
Rothbuche *(Fagus sylvatica L.)*	0·755	731	0·993	0·680	655	0·949	0·650	636	0·986	0·5
Weissbuche *(Carpinus betulus L.)*	0·713	714	1·030	0·653	681	1·042	0·604	640	1·060	0·5
Stieleiche *(Quercus pedunculata Ehrh.)*	0·724	723	0·993	0·670	681	1·000	0·576	565	0·988	0·5
Rotherle *(Alnus glutinosa Gaertn.)*	0·721	604	0·843	0·673	565	0·843	0·617	524	0·846	—
Weissbirke *(Betula alba L.)*	0·712	659	0·926	0·647	647	0·975	0·598	565	0·970	—
Aspe *(Populus tremula L.)*	0·768	560	0·730	0·684	569	0·827	0·622	507	0·833	—
Winterlinde *(Tilia parvifolia Ehrh.)*	0·764	574	0·751	0·694	533	0·768	0·667	499	0·748	—
Bergahorn *(Acer Pseudo-platanus L.)*	0·764	641	0·839	0·676	581	0·860	0·579	556	0·960	—
Bruchweide *(Salix fragilis L.)*	—	—	—	—	—	—	0·601	511	0·850	—
Nade										
Fichte *(Abies excelsa D.C.)*	0·781	574	0·717	0·698	516	0·714	0·677	502	0·726	—
Weisstanne *(Abies pectinata D.C.)*	0·761	582	0·744	0·679	547	0·824	0·659	546	0·829	—
Lärche *(Larix europaea D.C.)*	0·768	568	0·737	0·690	540	0·782	0·665	538	0·814	—
Weisskiefer *(Pinus sylvestris L.)*	0·800	526	0·658	0·681	525	0·786	0·646	519	0·812	—
Schwarzkiefer *(Pinus austriaca Höss.)* gekloben	0·781	667	0·867	0·728	601	0·822	0·701	595	0·888	—
Schwarzkiefer *(Pinus austriaca Höss.)* ungekloben	0·818	723		0·771	685		0·758	685		—

*) Das Gebundholz hat 1 Meter Länge und 1 Meter Umfang.

...chtstafel.

...rr- oder Schwindscheit) und per Cubikdecimeter (specifisch) in Kilogramm.

...tosstiefe = 1 Meter.

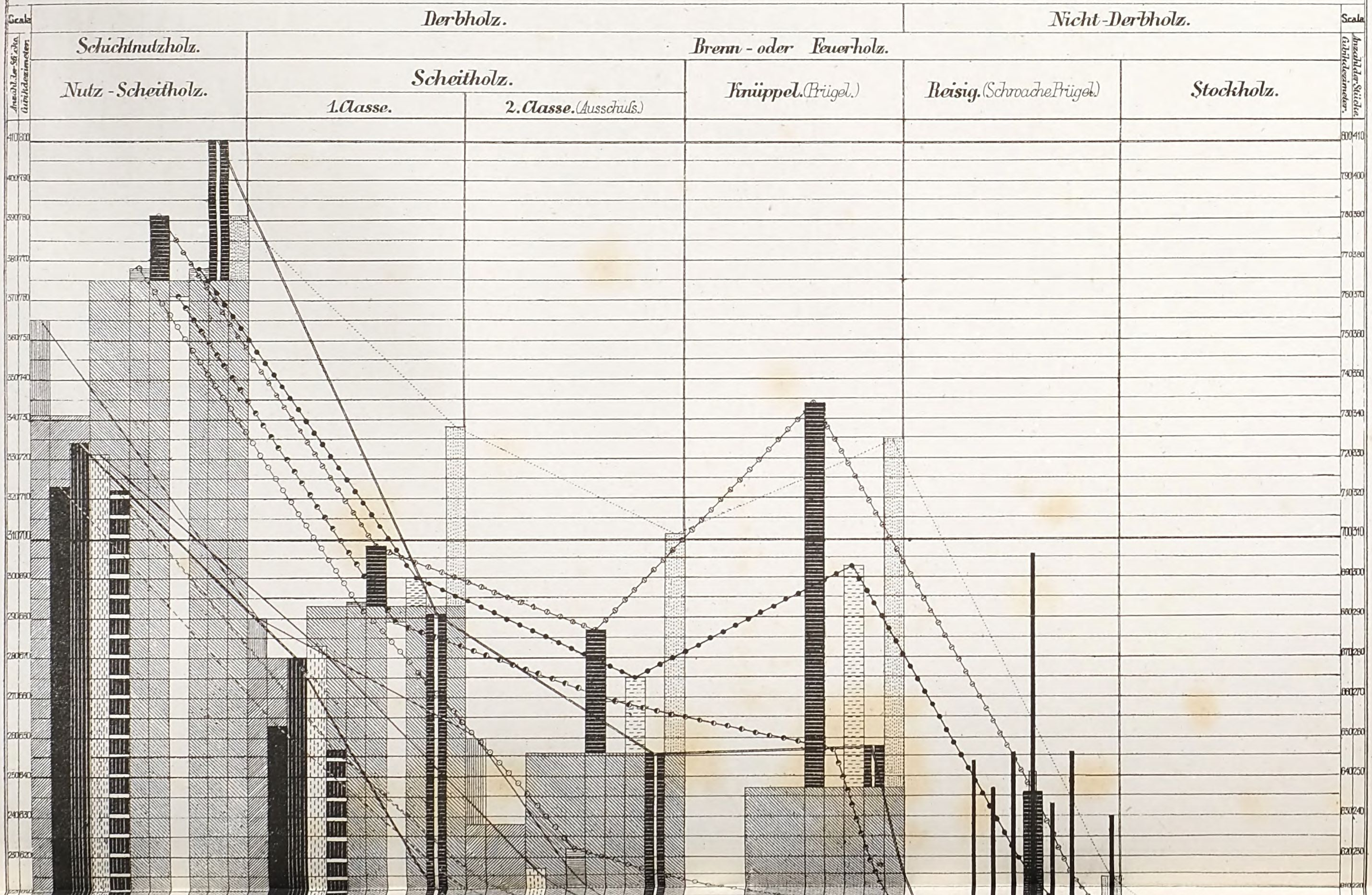
| ...z | | | Nicht-Derbholz | | | | | | | | | Anzahl der gewogenen Raummeter und Gebunde | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ...oder Feuerholz | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ...z ...Classe (Knorren, Rumpen) | | | Knüppel (Prügel) | | | Reisig (schwache Prügel) | | | Gebundholz*) (Reisholzwellen) | | | Nutz-Scheitholz | Scheitholz | | | Knüppel | Reisig | Gebundholz | Total | |
| ...rb-...halt | Gewicht in Kilogramm | | Derb-gehalt | Gewicht in Kilogramm | | Derb-gehalt | Gewicht in Kilogramm | | Derb-gehalt | Gewicht in Kilogramm | | | I. | II. | III. | | | | Raummeter | Gebunde |
| ... | Raummeter | specifisch | per Raummeter | | specifisch | per Raummeter | | specifisch | per 100 Wellen | | specifisch | | Classe | | | | | | | |
| ...holz | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ...589 | 588 | 1·067 | 0·573 | 597 | 0·996 | 0·447 | 435 | 0·991 | 1·503 | 1335 | 0·889 | 3 | 4 | 5 | 2 | 2 | 2 | 77 | 18 | 77 |
| ...579 | 590 | 1·020 | 0·589 | 617 | 1·047 | 0·434 | 448 | 1·031 | 1·808 | 1689 | 0·935 | 2 | 8 | 6 | 3 | 4 | 2 | 118 | 25 | 118 |
| ...572 | 593 | 1·012 | 0·560 | 527 | 0·976 | 0·393 | 391 | 0·950 | 1·468 | 1216 | 0·828 | 9 | 13 | 6 | 3 | 3 | 3 | 100 | 37 | 100 |
| — | — | — | 0·561 | 478 | 0·896 | 0·406 | 383 | 0·902 | 1·669 | 1405 | 0·842 | 2 | 7 | 5 | — | 4 | 2 | 100 | 20 | 100 |
| — | — | — | 0·591 | 601 | 1·000 | 0·480 | 503 | 1·047 | 1·754 | 1402 | 0·799 | 2 | 2 | 5 | — | 4 | 6 | 70 | 19 | 70 |
| — | — | — | 0·604 | 515 | 0·831 | 0·403 | 401 | 0·915 | 1·778 | 1393 | 0·783 | 3 | 9 | 6 | — | 3 | 2 | 93 | 23 | 93 |
| — | — | — | 0·651 | 504 | 0·775 | 0·479 | 376 | 0·784 | 2·038 | 1493 | 0·733 | 2 | 2 | 2 | — | 1 | 1 | 35 | 8 | 35 |
| — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 2 | 4 | 1 | — | — | — | — | 7 | — |
| — | — | — | 0·606 | 509 | 0·840 | — | — | — | — | — | — | — | — | 2 | — | 1 | — | — | 3 | — |
| ...lholz | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| — | — | — | 0·734 | 538 | 0·731 | 0·636 | 443 | 0·696 | 1·582 | 1256 | 0·794 | 6 | 11 | 4 | — | 5 | 6 | 100 | 33 | 100 |
| — | — | — | 0·647 | 571 | 0·883 | 0·484 | 432 | 0·894 | 1·567 | 1285 | 0·820 | 2 | 14 | 6 | — | 3 | 2 | 129 | 27 | 129 |
| — | — | — | 0·693 | 567 | 0·817 | 0·596 | 508 | 0·852 | 2·463 | 2145 | 0·876 | 4 | 4 | 6 | — | 10 | 8 | 49 | 32 | 49 |
| — | — | — | 0·648 | 550 | 0·849 | 0·423 | 398 | 0·891 | 1·442 | 1259 | 0·873 | 2 | 11 | 5 | — | 5 | 3 | 118 | 26 | 118 |
| — | — | — | 0·725 | 620 | 0·855 | 0·614 | 531 | 0·864 | 1·509 | 1498 | 0·965 | 7 | 4 | 3 | — | 6 | 5 | 100 | 40 | 100 |
| — | — | | | | | | | | | | | 5 | 5 | 5 | — | | | | | |

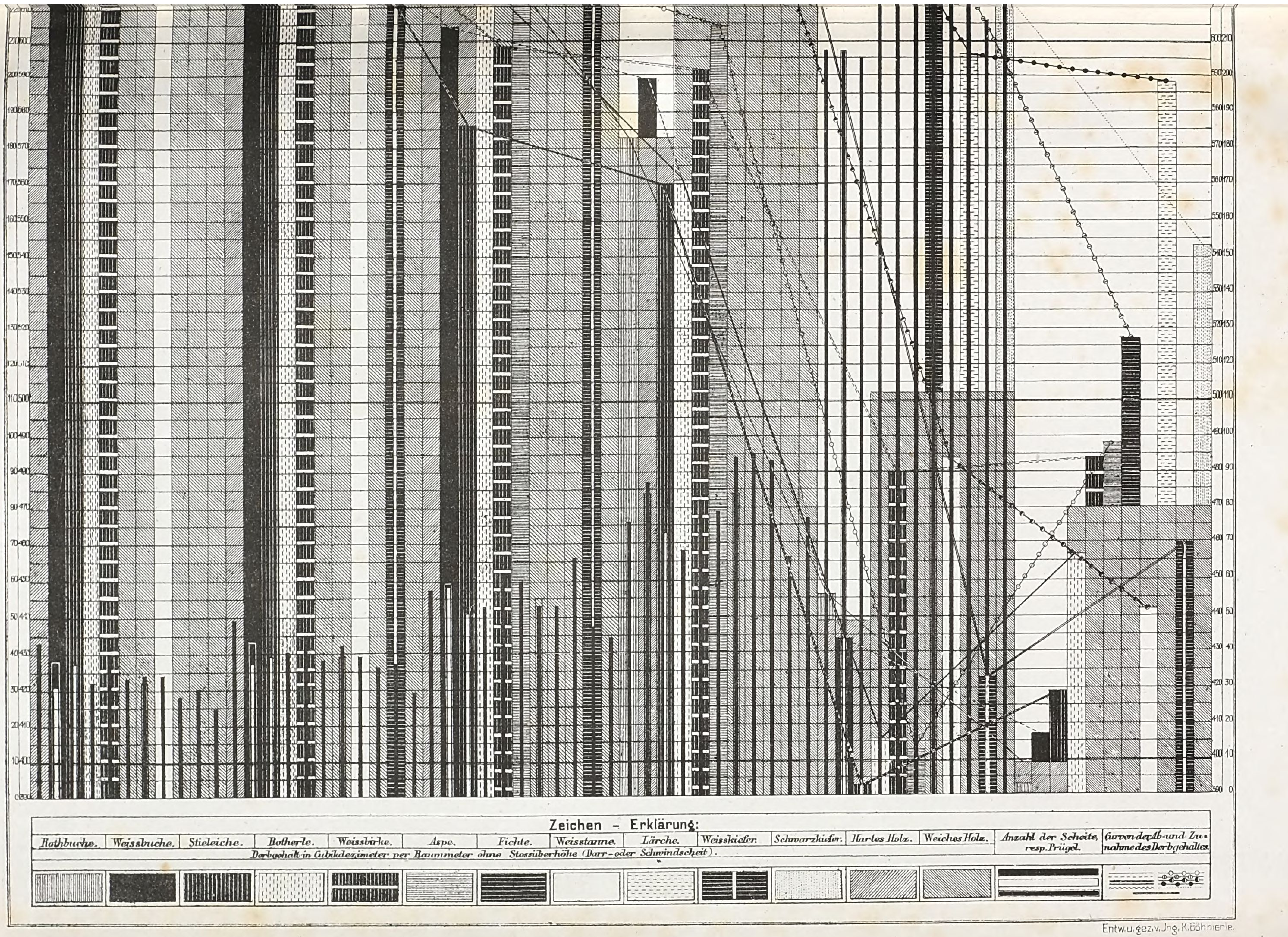
Die Bestimmung des Derbgehaltes geschah durch Aichung.

GRAPHISCHE DARSTELLUNG

des Derbholzgehaltes der Raummasse.

(Scheitlänge resp: Stosstiefe=1 Meter.)



Zeichen - Erklärung:
Rothbuche.
Weissbuche.
Stieleiche.
Rotherle.
Weissbirke.
Aspe.
Fichte.
Weisstanne.
Lärche.
Weisskiefer.
Schwarzkiefer.
Hartes Holz.
Weiches Holz.
Anzahl der Scheite, resp. Prügel.
Curven der Ab- und Zunahme des Derbgehaltes.
Derbgehalt in Cubikdezimeter per Raummeter ohne Stossüberhöhe (Darr- oder Schwindscheit).
Entw. u. gez. v. Ing. K. Böhmerle.

GRAPHISCHE DARSTELLUNG


des Derbholzgehaltes der Raummasse.

Scheitlänge resp. Stosstiefe von 0,5m, 0,6m, 0,8m und 1m.



Entw. u. gez. v. Jng. K. Böhmerle.

GRAPHISCHE DARSTELLUNG
des Holzgrüngewichtes.
Scheitlänge resp: Stosstiefe=1 Meter.



Entw. u. gez. v. Ing. K. Böhmerle.

Tafel VII.

Vergleichende Untersuchungen über Massenergebnisse bei Anwendung des Xylometers und dem Gabelmasse.

Die in dieser Tafel niedergelegten Resultate haben wir bereits früher unter II 1. besprochen.

Tafel VIII.

Untersuchungen über den Einfluss der Stoss- resp. Zainlänge auf den Derbgehalt der Raummasse.

Eine nähere Betrachtung der in dieser Tafel verzeichneten Resultate zeigt, dass mit zunehmender Zain- oder Stosslänge der Derbgehalt der Raumeinheit steigt. Da der Derbgehalt auch abhängig ist von der Art der Schichtung und Kliebung, so haben wir auch über den Einfluss dieser Factoren Untersuchungen angestellt und bringen im Nachstehenden die diesbezüglichen Resultate.

Die Sortimente der Holzart Schwarzkiefer wurden in der Rollschichtschlichtung ohne Uebermass auf den Derbgehalt untersucht. Sodann sind dieselben in Kreuzstösse aufgearcht und die Stosshöhe gemessen worden. Dieselbe ergab:

beim Nutzscheitholz		1·14 M.
„ Scheitholz	I. Classe	1·12 „
	II. „	1·18 „
„ Knüppel		1·13 „
„ Reisig		1·24 „

Die Kliebungsversuche, vorgenommen an zwei Raummetern Rothbuchen-Kloben, ergaben beim ersten Raummeter:

Derbgehalt von 15 Rundstücken	0·8409 F.-M.
„ der in Halbklüfte geklobenen Rundstücke mit Ausschluss zweier in's Raummass nicht mehr einlegbaren Halbklüfte	0·7853 „
„ der in Viertelklüfte zertheilten Halbklüfte mit Ausschluss der vorigen 2 Halb- und 3 Viertelklüfte	0·7526 „

beim zweiten Raummeter:

Derbgehalt der Rundstücke	0·7842 „
„ „ Halbklüfte	0·7133 „
„ „ Viertelklüfte	0·7088 „

Der Einfluss der Kliebung auf die Schichthöhe zeigte Folgendes: Die ungeklobenen Sortimente der Schwarzkiefer hatten nach erfolgtem Aufklieben und Wiedereinsetzen ins Raummass eine Stosshöhe von

1·12 M. beim Nutzscheitholz
1·10 „ „ Scheitholz I. Classe
1·15 „ „ „ II. „

Ein Raummeter Weisskiefern-Knüppelholz ergab nach dem Aufklieben statt 1 M., 1·1 M. Stosshöhe. Aus dem Vorhergesagten resultirt:

Je grösser die Anzahl der Klüfte, desto kleiner ist nach dem Aufklieben der Derbgehalt per Raumeinheit.

II. CAPITEL.

Untersuchungen über das Gewicht der Hölzer im frischgefällten Zustande.

Aus Anlass der Untersuchungen über den Festgehalt der Raummasse, stellten wir auch gleichzeitig Gewichtsuntersuchungen an.

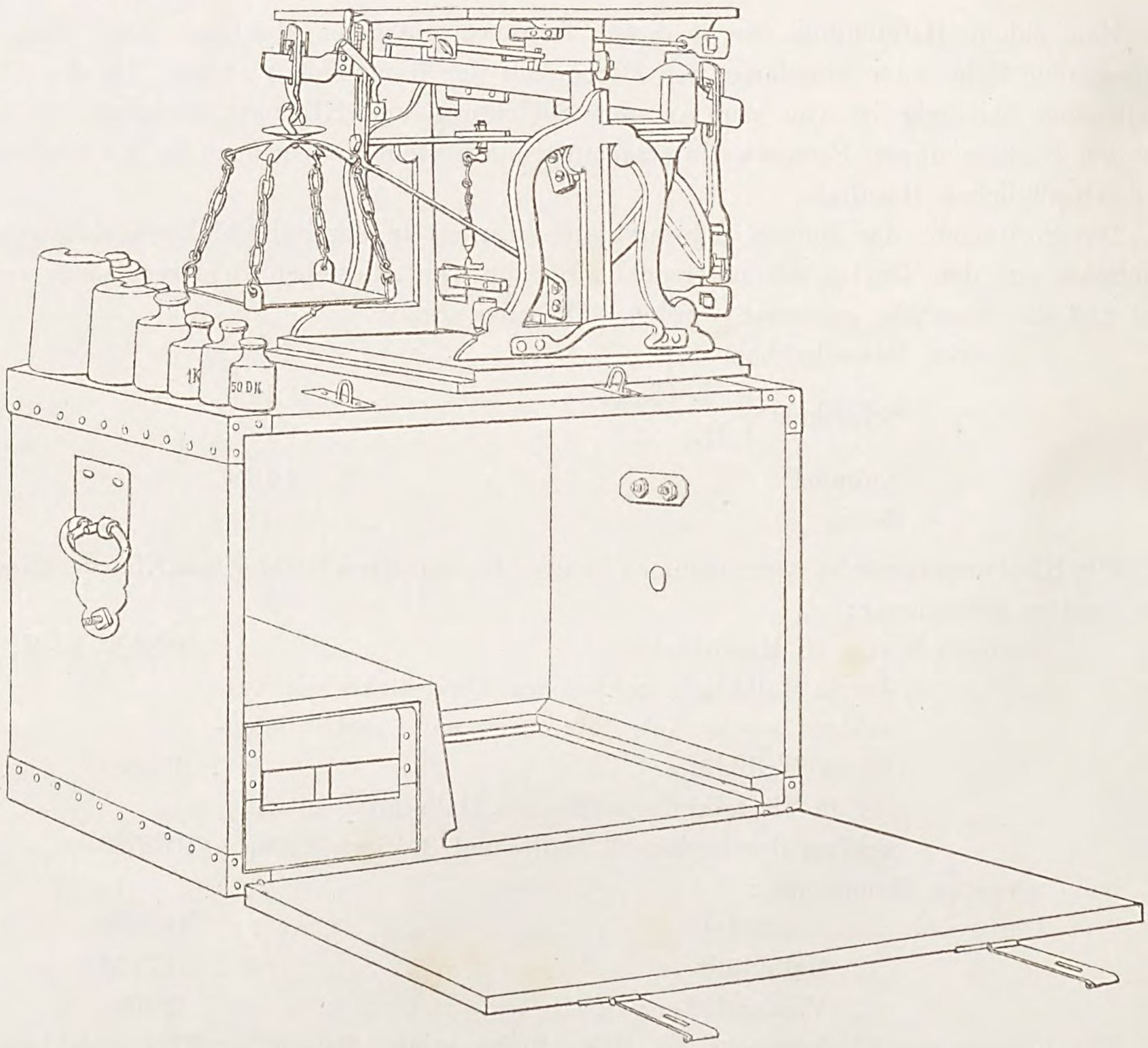


Fig. 8.

Zur Ausführung derselben bedienten wir uns einer von Kurtz & Co. in Brandenburg bezogenen, auf 12 Schneiden ruhenden Tafelwage (Decimalsystem, Tragkraft 250 Kilo) (Fig. 8.).

Dieselbe konnte ihres verhältnissmässig geringen Gewichtes halber (112 Kilogramm sammt Transportkasten), an alle Versuchsstätten transportirt werden.

Auch diese Untersuchungen führte Assistent Emil Böhmerle, im Anschluss an die Derbgehaltsuntersuchungen, an den früher erwähnten Orten durch.

Unmittelbar nach erfolgter Fällung und Zerkleinerung unterzog er die Spalt- und Rundstücke, respective Wellen, der Wägung. Dabei wurden, um die unvermeidlichen kleinen Fehler auf ein Minimum zu reduciren, analog den Derbgehaltsuntersuchungen gleich mehrere Spaltstücke, respective Wellen, auf einmal abgewogen.

Die bei diesen Gewichtsuntersuchungen gewonnenen Resultate sind in Tafel IX tabellarisch, in Tafel XII graphisch niedergelegt. Wir machen darauf aufmerksam, dass die mit den absoluten Gewichten angegebenen specifischen Gewichte nur bedingten Werth besitzen, da dieselben sich nicht auf den reinen Holzkörper, sondern auch auf die Rinde u. dgl. m. beziehen.

Schliesslich veröffentlichen wir hier noch eine Untersuchung, ausgeführt im Forstreviere Lammerau und Klausen-Leopoldsdorf, an 60 Raummeter waldtrockenen Holzes. Die Untersuchungen sind insofern nicht ganz uninteressant, als der Derbgehalt innerhalb Jahresfrist nur verhältnissmässig wenig (0·007—0·021) abgenommen hat (was einem Schwindmass von 0·7—2·1 Centimeter entspricht), während der Gewichtsverlust innerhalb Jahresfrist ein keineswegs unbedeutender war. Buchenscheitholz verlor zum Beispiel bei einem Grüngewicht von 655 Kilogramm, 103, und Tannenscheitholz bei einem Grüngewicht von 547 Kilogramm, 107 Kilogramm.

Berindete Holzmasse.

Scheitlänge respective Stosstiefe = 1 Meter.

Holzart	Sortiment		Frischgefälltes			Waldtrockenes[1]			Frischgefälltes			Waldtrockenes[1]		
			Materiale											
			Derbgehalt in Festmeter						Gewicht in Kilogramm					
			per Raummeter ohne Stossüberhöhe (Darr- oder Schwindscheit)											
			Max.	Med.	Min.	Max.	Med.	Min.	Max.	Med.	Min.	Max.	Med.	Min.
Rothbuche *(Fagus sylvatica L.)*	Scheitholz	I. Classe	0·708	**0·668**	0·606	0·702	**0·658**	0·601	671	**655**	626	587	**552**	495
	Scheitholz	II. Classe	0·698	**0·676**	0·648	0·673	**0·656**	0·635	646	**636**	629	543	**531**	524
	Knüppel		0·637	**0·626**	0·620	0·630	**0·617**	0·610	632	**597**	562	487	**486**	485
Weisstanne *(Abies pectinata D.C.)*	Scheitholz	I. Classe	0·744	**0·668**	0·590	0·696	**0·660**	0·629	620	**547**	472	472	**440**	387
	Scheitholz	II. Classe	0·696	**0·659**	0·618	0·663	**0·637**	0·611	578	**546**	541	467	**432**	368
	Knüppel		0·692	**0·647**	0·610	0·684	**0·640**	0·606	574	**572**	569	464	**462**	440

[1]) Die Untersuchung des Holzes im waldtrockenen Zustande erfolgte ein Jahr nach der Fällung. Die Bestimmung des Derbgehaltes geschah durch Aichung.

Ueber die Folgen der Einwirkung der Temperatur auf die Keimfähigkeit und Keimkraft der Samen von *Pinus Picea* Du Roi.[1])

Von

Dr. Wilhelm Velten.

Weder für wissenschaftliche noch für praktische Zwecke sind die Fragen über die Wirkung des Erwärmens von Samen auf deren Entwicklung hinreichend untersucht. Das Experimentiren auf diesem Gebiete befindet sich in einem Jugendzustande, welcher dadurch gekennzeichnet ist, dass alle Versuchsresultate Specialfälle darstellen, welche erst mit dazu dienen ein allgemeines Gesetz zu ermitteln, das freilich in seinem Wesen zu ergründen erst einer späteren Zeit vorbehalten sein wird.

Vor Allem handelte es sich bei mir darum, in bestimmter Weise zu entscheiden, ob die Keimkraft mit Erhöhung der Temperatur plötzlich abnehme, so dass sie von ihrem vollen Werthe mit einem Mal auf Null fiele, oder ob sie sich periodisch ändere, oder ob ihre Abnahme ganz allmälig stattfinde, endlich aber, was ich für unwahrscheinlicher hielt, ob sie möglicherweise auch zunehmen könne.

Nicht minder wichtig war es zu erfahren, ob ein länger andauerndes Erwärmen von Samen bei verhältnissmässig niederen Temperaturgraden einer kürzeren Zeitdauer bei höherer Temperatur in seiner Wirkung entspreche. Ferner sollte die Untersuchung keinen Zweifel darüber lassen, ob Keimvermögen und Keimkraft identisch seien.

In Bezug auf letzteren Punkt muss ich die Bemerkung machen, dass ich unter Keimvermögen oder Keimfähigkeit lediglich nur das Verhältniss des Keimprocentes für eine bestimmte oder unbestimmte Zeit, während welcher ein Same den Keimbedingungen ausgesetzt ist, verstehe, gleichviel ob derselbe in einer gewissen Zeit einen grossen oder kleinen Keimling zum Vorschein kommen lässt, während ich andererseits die Keimkraft, Keimungsenergie, daraus ableite, ein wie grosses Volumen oder Gewicht oder welche Länge ein ausgewachsener Embryo für eine gegebene Zeit besitzt.

Im Allgemeinen können wir sagen, dass das Volumen, das Gewicht oder die Länge eines Keimlings einen Massstab für die Keimkraft abgebe, weil die Entwicklung des Keimes

[1]) Abdruck aus dem LXXIV. Bande (Jahrg. 1876) der Sitzb. der k. Akad. der Wissensch. II. Abth. in Wien.

in proportionalem Verhältniss steht zu der Keimkraft. Diese Factoren geben daher ein Bild von der Keimkraft. Dieser eben ausgesprochene Satz ist eine Hypothese, welche ihrer Natürlichkeit halber aber so lange als richtig und zweifellos angenommen werden kann, als nicht das Gegentheil bewiesen wird.

Ich habe mich längere Zeit mit der Frage beschäftigt, welcher Grösse, dem Volumen, dem Gewichte oder der Länge der Keime der Vorzug zu geben sei, und ich kam zu dem Resultat, dass man dem wirklichen Werthe am nächsten kommt, wenn man die Volumenbestimmung derjenigen der anderen Grössen vorzieht.

Die Gewichtsbestimmung ist die wenig empfehlenswertheste und zwar desshalb, weil, ehe die Keimlinge gewogen werden, sie stets oberflächlich zuvor abzutrocknen sind bis äusserlich kein tropfbarflüssiges Wasser mehr zu sehen ist, und während dieser Operation schreitet die Verdunstung an einzelnen Stellen leicht zu weit vor, was sofort durch das Gewicht angezeigt wird. Die Werthe der Gewichtsbestimmung haben daher häufig soweit variirt, dass ich sie zuletzt verlassen habe. Selbst ihren Werth mit der einer der andern Grössen in irgend einer Weise durch Rechnung zu combiniren hielt ich ebensowenig für zweckmässig.

Die Bestimmung der Länge der Keimlinge ist bei zahlreichem zu messendem Material wie dies bei meinen Versuchen immer der Fall war, eine äusserst mühselige Arbeit, vorausgesetzt, dass sie eben genau ausgeführt wird. Sie hat ausserdem noch einen gewichtigen Nachtheil. Die Dicke der Versuchspflänzchen steht durchaus nicht in einem directen Verhältniss zu ihrer Länge, so dass lange Pflanzen dünn und dick sein können, wenn man mehrere Objecte desselben Versuches, die unter ganz gleichen äusseren Versuchsbedingungen gewachsen waren, vergleicht; sie gibt daher auch nur einen ganz rohen Werth der Energie an, mit der ein Same keimt. Die Längenbestimmung bietet nur den einen Vortheil, dass sie nicht nur darüber Aufschluss gibt, wie gross die Gesammtlänge sämmtlicher Pflanzen eines Versuches ist, sondern sie gestattet gleichzeitig Einsicht, ob diese Pflanzen alle gleich gross oder ob sie verschieden in ihrer Grösse sind. Da wo die Kenntniss dieses Umstandes sehr in's Gewicht fällt, muss sie für alle Fälle ausgeführt werden. Im Allgemeinen lässt sich aber festhalten, dass, wenn das Samenmaterial an und für sich schon in seiner Entwicklung eine gewisse Gleichförmigkeit verräth, und für wissenschaftliche Versuche ist dies immer nothwendig, es auch bei gleichförmiger Behandlung mit äusseren Agentien auch dieselben oder wenigstens ähnliche Phasen der Veränderung unter sich durchmacht. Deshalb paralysiren sich im Allgemeinen die Versuchsfehler, wenn man den Gang der Entwicklung des Einzelkornes in Betracht zieht. In den meisten Fällen wird es aus diesem Grunde genügen, den Gesammtwerth einer grossen Zahl von Keimpflanzen zu erfahren.

Die Volumengrösse nun ist die constanteste. Die Pflänzchen werden auf Fliesspapier oberflächlich abgetrocknet, soweit bis das sichtbare Wasser auf der Pflanzenoberfläche entfernt ist. Schreitet die Verdunstung während dieser Zeit an einzelnen Punkten zu weit vor, so ist die Gefahr, dass dieselbe wesentliche Fehler veranlasse nur gering, weil die Starrheit der Membranen durch mässige Verdunstung dort nicht sofort verloren gehen wird, daher das Volumen so ziemlich dasselbe bleiben kann. Ein cubicirter Messcylinder, dessen Wasserstand ich mit einem Fernrohr ablese, steht bereit und das Volumen wird auf die bekannte Weise bestimmt. Im Folgenden führe ich aus den eben angegebenen Gründen lediglich die Volumenbestimmungen an.

Ich gehe nun über zur Beschreibung der Versuche. Anfangs October vorigen Jahres erhielt ich von der Erzherzog Albrecht'schen Kammer Teschen, aus dem Forstreviere Istebna bei Jablunkau in Oesterreichisch-Schlesien, eine grössere Anzahl Fichtenzapfen, welche fast noch ganz geschlossen waren. Man hatte sie einem grossen Vorrath entnommen, der im Monate September 1872 gesammelt worden war. Sie stammten aus ein und derselben Gegend von einer Höhe von 3000 Fuss über dem Meere, von einem Standort, wo die Fichte vorzüglich gedeiht. Es sind Rothfichtenzapfen. Ich habe mit diesen Zapfen, deren Samen sich durchgehends annähernd in ihrem Keimvermögen und ihrer Keimkraft gleich verhielten den ganzen Winter hindurch über die Einwirkung der Temperatur auf dieselben und deren Inhalt Versuche angestellt, die eine praktische Tendenz hatten, auf welche ich am Schlusse dieser Mittheilung daher nur kurz zurückkommen darf.

Später stellte sich das Bedürfniss heraus auch vom theoretischen Standpunkte aus eine bestimmte Einsicht in die Wirkungsweise verschiedener Temperaturgrade zu erhalten und die Versuche, welche von diesem aus unternommen wurden, will ich sogleich mittheilen. Die nächste Versuchsreihe wurde im Laufe dieses Sommers ausgeführt.

Die während des Winters fast noch ganz geschlossenen Zapfen begannen mit Eintritt des Sommers sich etwas mehr von selbst zu öffnen. Ich sammelte sowohl die hierdurch von selbst ausfallenden Samen und mischte sie mit denen, die ich künstlich aus den Zapfen herauspräparirte. Es wurde dann jeweils eine Hundert übersteigende Samenzahl während der für alle Versuche constanten Zeitdauer von vier Stunden auf 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 90 und 100° C. erhitzt. Das Erhitzen geschah so, dass ich ein grösseres kupfernes Luftbad zuvor auf eine bestimmte Temperatur einstellte, was mittelst eines Thermoregulators leicht bewerkstelligt werden konnte. Auf einer Etage befand sich ein kleines Gefäss, in das ein Thermometer herabreichte. Um dieses Thermometer herum schüttete ich möglichst rasch die Versuchssamen und sorgte nun dafür, dass ausser dieser Anfangsschwankung während des Versuches die Temperatur im Innern des kupfernen Luftbades constant blieb. Sobald nach der Einführung der Samen das Thermometer wieder die gewünschte Temperatur erreicht hatte, was stets eine kurze Zeit in Anspruch nahm, wurde begonnen, die Zeit zu notiren. Wenn der Versuch beendet war, wurden die Samen mit destillirtem Wasser übergossen und blieben so während 24 Stunden bei einer 24° C. sich nähernden Temperatur stehen. Dann säte ich je 100 Samen und zwar nur solche, welche im Wasser untergesunken waren und hiedurch die Möglichkeit ihrer Keimfähigkeit von vornherein bekundeten,[1]) in flache Glastafelschalen aus, deren Boden mit sehr weitmaschigem Stramin ausgekleidet war. Hierauf brachte ich die Schalen in den im Anhang beschriebenen Thermostaten, welcher constant eine Temperatur von 24° C. zeigte und unterbrach täglich einmal diese Temperatur um möglichst sicher und bequem[2]) meine Ablesungen machen zu können stets zu gleicher Zeit und gleich lang, so dass die geringe Temperaturschwankung, welche die Samen hierdurch erlitten, auf alle in gleicher Weise einwirkte und ein Fehler in der Untersuchung nicht zu befürchten war.

Die Grösse der Pflänzlinge variirt aber nicht nur mit der Temperatur, sondern auch mit dem Lichte. Im Dunkeln gewachsene Pflanzen werden sehr gross. Im gedämpften

[1]) 15 Procent durchschnittlich sanken im Wasser nicht unter.

[2]) Da es bei diesen Versuchen nicht auf eine möglichst grosse und ununterbrochene Constanz der Temperatur ankam, brauchten selbstverständlich nicht alle Cautelen an dem Thermostaten zur Anwendung zu kommen, die Versuche anderer Art verlangen würden.

Lichte erzogene Keimlinge sind grösser als solche, die dem directen Lichte ausgesetzt waren. Da es sich bei meinen Versuchen um ein mehrtägiges Wachsen handelte, so war die Frage aufzuwerfen, ob dies im Licht oder in der Dunkelheit zu geschehen hätte. Im Lichte liess sich der Versuch nicht wohl ausführen, weil die Intensität des Lichtes selbst sehr variabler Natur ist und daher vergleichende Untersuchungen mit zu verschiedener Zeit keimenden Samen nicht gemacht werden konnten. Ich zog daher alle meine Pflänzlinge im dunkeln Raume. Dieser Factor war daher als annähernd constant anzusehen. Obgleich das Vergeilen in unserem Versuche gegen Ende desselben einigen Einfluss ausübt, so fällt dieser Versuchsfehler doch nicht weiter in die Wagschale, weil bei Pflanzen, welche in ihrer Entwicklung nicht sehr bedeutend differiren, der Einfluss der gleiche ist; bei solchen, bei denen eine grössere Differenz statt hat, kommt ein Versuchsfehler weniger in Betracht, weil wir noch weit davon entfernt sind mit mathematischer Schärfe die Werthe zu bestimmen.

Die Wirkung der Schwerkraft konnte ebenso als constant angesehen werden, da einmal gekeimte Samen, wenn sie auch verlegt, so doch ihre Wurzel niemals aus ihrer ursprünglichen Richtung zur Erde wesentlich gerückt wurde.

Waren nun hiermit die Hauptbedingungen gegeben, welche zur Erlangung eines exacten Resultates nothwendig sind, so waren andererseits in manchen weiteren Punkten die Versuchsbedingungen schwer ganz gleich zu machen. Es ist vor Allem schwierig, den Pflanzen täglich die gleiche entsprechende Wassermenge zuzuführen, weil dieselben je nach ihrer Entwicklung verschiedener Wassermengen bedürfen. Meiner Ansicht nach ist es hauptsächlich der Umstand, dass die bei Samenversuchen sich ergebenden Resultate gewöhnlich keine allzu grosse Uebereinstimmung zeigen und ein Gesetz nicht mit der Schärfe erkennen lassen, wie man es bei Versuchen anderer Art gewöhnt ist, dass das zur Vegetation unentbehrliche Wasser nicht nach bestimmten, aus Experimenten festgesetzten Mengen den Versuchspflanzen verabreicht werden kann. Derartige Untersuchungen sind noch nicht in genügend exacter Weise durchgeführt.

Die Versuchsdauer setzte ich für die Fichte stets auf 14 Tage fest, so dass der Tag des Einweichens in Wasser mit eingerechnet es stets der 15. Tag war, an dem der Versuch unterbrochen wurde und die Volumenbestimmung begann.

Nach dieser Zeit haben alle Samen, welche nicht ausgesprochen leidend sind, gekeimt; es findet entweder gar keine Zunahme der Zahl der Keimlinge statt, oder sie ist so gering, dass sie nicht mehr in Betracht kommt. Bei ausgesprochen kränklichem Samen ist die Zunahme oft noch recht merklich, aber die Entwicklung der Keimlinge auch steigend schwächer, bis schliesslich Alles zu schimmeln und zu faulen beginnt.

Die vorliegende Tabelle bezieht sich auf je 100 Samen vom 5. Tage an, wo das Keimen anfing, bis zum Ende des 15. Tages gehend.

Ein Same wurde dann als gekeimt angenommen, wenn er horizontal gelegen an seiner austretenden Wurzelspitze eben die Wirkung der Schwerkraft durch eine schwache Krümmung nach abwärts verrieth.

Die letzte Reihe enthält die Controlsamen, welche gar nicht erwärmt worden waren.

Die Zahlen deuten das Keimprocent für jeden einzelnen Tag an.

Schlesische Fichtensamen

im Sommer 1876 untersucht.

	90	80	75	70	65	60	55	50	45	40	0
	Grad Celsius										
4. Tag.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5. „	0	0	0	0	1	8	15	19	30	32	32
6. „	0	0	2	1	5	33	32	35	47	56	45
7. „	0	0	2	7	15	39	40	50	56	62	60
8. „	0	0	3	12	29	41	46	52	61	65	65
9. „	0	0	3	14	40	45	47	53	61	65	67
10. „	0	2	4	14	43	46	48	54	63	65	67
11. „	0	5	8	19	50	48	48	54	63	65	68
12. „	0	6	9	20	53	48	48	54	63	65	68
13. „	0	6	13	23	56	48	48	55	63	65	68
14. „	0	8	14	25	56	48	48	55	63	65	68
15. „	0	8	17	27	56	48	48	55	63	65	68

Aus dieser Tabelle geht zunächst hervor, dass die grösste Zahl der keimfähigen Körner dem Versuche mit unerwärmten Samen zukömmt, dass mit Erhöhung der Temperatur von den vorderhand nicht vermeidlichen Versuchsfehlern abgerechnet, das Keimvermögen allmälig abnimmt, dass durch eine einstündige Erwärmung auf 80° C. der Nullpunkt der Keimfähigkeit fast erreicht ist. Die erwärmten Samen keimten fast durchgängig langsamer als die unerwärmten. Viertelstündiges Erhitzen auf 40 bis 45° C. hatte aber kaum einen Einfluss auf die Keimfähigkeit.

Eine wichtige Frage, welche ich schon Eingangs angedeutet habe, war nun die, zu wissen, ob die Keimkraft derjenigen Samen, die überhaupt, sei es bei welcher Temperatur es wolle, keimten, verschieden sei, oder ob sie mit Erhöhung der Temperatur abnehme und in welchem Verhältniss dies geschehe.

In Bezug auf die Volumenbestimmung füge ich nur noch bei, dass die Grösse der Messgefässe sich jeweils nach der Anzahl und der Grösse der Keimlinge richtete. Die Gefässe wurden immer möglichst klein gewählt, weil die Ablesungen dadurch um so genauer durchgeführt werden konnten. Die Samenschalen habe ich stets mitgemessen, weil bei wenig entwickelten Pflänzchen es unausführbar gewesen wäre, jedem einzelnen den Samenkörper von dem eben ausgewachsenen Embryo zu trennen. Da bei sämmtlichen Versuchen die Samenschalen mitgemessen wurden, so konnte dies keinen Fehler involviren. 124 Stunden in Wasser eingeweichte Fichtensamen besassen ein Volumen von 1·1 CCm., nach welchem Verhältniss eine der Samenzahl entsprechende Grösse abgezogen werden müsste, wenn man wissen wollte, wie gross lediglich das Volumen der Keimlinge sei. Sobald die Pflänzchen im Wasser eingetaucht waren, wurde vor jedesmaligem Ablesen des cubicirten Messgefässes dasselbe tüchtig aufgestossen um adhärirende Luftbläschen zu entfernen, was auch mit Vorsicht mit einem Glasstab geschehen konnte, dann aber möglichst rasch die Messung vorgenommen.

Die Volumenwerthe der Keimlinge des ersten Versuches sind in Folgendem gegeben. Hierbei sind sämmtliche Werthe auf 100 Keimlinge umgerechnet um dieselben vergleichbar zu machen. Das Volumen *v* ist für jede Temperatur in Cubikcentimetern ausgedrückt. Null ist die Controlle.

t	*v*
0° C.	3·9
40	3·8
45	3·9
50	3.6
55	3·7
60	3·4
65	3·0
70	1·9
75	1·8
80	1·5

Das aus diesen Werthen abgeleitete Gesetz lautet, dass nicht nur das Keimungsvermögen, sondern auch die Keimkraft mit Erhöhung der Temperatur abnimmt, bis sie sich schliesslich dem Werthe Null nähert. Die Abnahme des Volumens erfolgt gleichfalls allmälig, man kann sagen proportional der Zunahme der Temperatur. Obgleich bei Beendigung des Versuches und auch schon früher die Zahl der Keimlinge bei Temperaturwirkungen von 40—65° C. nicht beträchtlich verschieden war, ist die Keimkraft schon sehr merklich different. Die Abnahme des Keimvermögens und der Keimkraft erfolgt somit nicht in demselben Tempo.

Dürfen wir dieses Resultat verallgemeinern? Die angewandte Methode gäbe vielleicht die Berechtigung dazu? Aber über den innern Vorgang in den Samen, der physikalisch, chemisch oder wenn man will physiologisch sein kann, haben wir noch gar keine sicheren Anhaltspunkte und eben aus diesem Grunde ist es leicht möglich, dass das vorliegende Resultat einen Specialfall darstellt, der nur für einen gewissen ganz bestimmten Zustand, in dem der Same sich befindet, gilt und der mit dessen Veränderung auch Variationen zulässt. Die Versuche Wiesner's, gleichfalls mit Fichtensamen unternommen, auf die ich am Schlusse speciell zurückkomme, haben Resultate ergeben, die benutzt werden könnten, das Gegentheil von dem zu behaupten was wir soeben festgestellt haben.

Ich will vor Allem noch eine kleine Versuchsreihe mittheilen, welche dieselbe Frage beantworten sollte; es war nur hierzu ein anderes Material verwendet. Ich liess mir schon zu Anfang des letzten Winters Fichtenzapfen aus Innsbruck kommen, welche im Herbst 1875 abgepflückt worden waren, und habe sie diesen Sommer ganz nach derselben Methode untersucht und behandelt, die ich soeben beschrieben habe. Die Zeitdauer der Erwärmung betrug für alle Detailversuche ebenfalls vier Stunden. Das Keimungsvermögen der Samen bei verschiedenen Temperaturen ergibt sich aus der folgenden Tabelle, wobei ich zu bemerken habe, dass die Versuchssamen den Zapfen theils durch Schütteln, theils durch Zerreissen entnommen und zuvor gemischt wurden.

Tiroler Fichtensamen
im Sommer 1876 untersucht.

	90	80	70	60	50	40	0
	Grad Celsius						
4. Tag	0	0	0	0	0	0	0
5. „	0	0	7	11	26	33	30
6. „	0	0	22	25	40	63	60
7. „	0	4	37	46	49	75	70
8. „	0	8	57	52	50	77	77
9. „	0	14	67	57	51	80	80
10. „	0	16	71	57	53	80	81
11. „	0	19	72	58	54	80	81
12. „	0	19	75	59	54	81	81
13. „	0	24	75	61	54	81	81
14. „	0	27	75	61	54	81	81
15. „	0	27	75	61	54	81	81

Das Erwärmen auf 40° hatte hier keinen Einfluss auf das Keimvermögen, wenn man die vorliegende Tabelle abmustert. Das wiederholte Steigen der Keimzahl mit der Erhöhung der Temperatur, wenn sie auch die der unerwärmten Samen nicht erreicht, lässt sich schwer deuten; hier bleibt also ein Zweifel über das Gesetz. Man erhält aber in den ganzen Process einen Einblick, wenn man die Volumina der gekeimten Samen auf 100 berechnet und mit einander vergleicht; es zeigt sich dann sofort, dass aus der Zahl der gekeimten Samen sich nicht auf die Grösse ihrer Entwicklung, auf ihre Keimungsenergie schliessen lässt. Die Volumina sind, in Cubikcentimetern ausgedrückt, folgende:

t	v
0° C.	2·6
40	2·7
50	2·7
60	2·3
70	2·2
80	1·8

Die Volumenwerthe sagen aus, dass das Volumen oder die Keimkraft mit Erhöhung der Temperatur allmälig abnimmt, wobei die unvermeidlichen Fehlergrenzen des Versuches ausser Acht bleiben müssen und dürfen. Sie zeigen ferner klar, dass die Keimkraft bei hoher Temperatur trotz des hohen Keimvermögens sehr klein sein kann.

Vergleicht man die absolute Keimkraft der Tiroler Samen mit der der schlesischen, so ergibt sich leicht, dass die Keimkraft der ersteren der der letzteren beträchtlich nachsteht. Ein überaus merkwürdiges Verhalten ergibt sich nun, wenn man die vorliegenden Resultate vergleicht mit denjenigen, welche ich bei Samen von den gleichen Fichtenzapfen erhielt,

die aber aus Untersuchungen gewonnen wurden, die ich schon im Laufe des letzten Winters mit denselben angestellt habe, die ich nun ebenfalls mittheilen will.

Diese letzteren Versuche hatten eine praktische Tendenz, desshalb variiren bei denselben die Zeiten mit den Temperaturen gleichzeitig. Sie bieten für die Theorie aus diesem Grunde kein so genaues Bild von den Wirkungen der Temperatur auf die Samenentwicklung. Es wurden bei dieser Versuchsreihe nicht die Samen für sich erhitzt, sondern die ganzen Zapfen sammt ihrem Inhalt waren verschiedenen, aber constanten Temperaturen ausgesetzt. Die Temperatur, welche die Samen während des Versuches durchmachten, entspricht daher nicht der im Erwärmungskasten herrschenden. Ich will lediglich nur das Endresultat dieser Versuche mittheilen, weil es vollkommen genügt das zu zeigen, auf was es hier ankommt. Die Details dieser Reihe werden in einem forstlichen Fachjournale zur Veröffentlichung gelangen.

Als ich die Fichtenzapfen aus Schlesien erhielt, war das Keimungsvermögen der Samen ausserordentlich gering, obgleich dieselben zur Reifezeit geerntet worden waren. Die Zapfen standen bei mir in einem Sacke den ganzen Winter über in einem ungeheizten Zimmer und zeigten bis zum Eintritt des Sommers dasselbe geringe Keimprocent, welches zu verschiedenen Zeiten und öfters festgestellt wurde. Erst mit Eintritt dieses Sommers war eine Zunahme in der Keimfähigkeit ohne mein Hinzuthun bemerklich.

Ich will nun zeigen, welchen Einfluss die verschiedenen Temperaturen auf dasselbe Samenmaterial hatte, mit dem ich die Versuche bei constanter Zeit während des Sommers anstellte, nur mit dem Unterschiede, dass die nun folgenden, und zwar die hauptsächlichsten Experimente in den Monaten Februar und März dieses Jahres angestellt wurden.

Die erste Columne der folgenden Tabelle gibt die Temperaturen t an, welche die Zapfen ihren Samen einschliessend ausgesetzt waren. Die zweite Columne zeigt die Zeitdauer d, während welcher sie die betreffende Temperatur ertrugen; die dritte gibt das Keimprocent p an, während die vierte über das Volumen, respective die Keimkraft Aufschluss gibt, wobei zu erinnern wäre, dass das Volumen der gekeimten Samen zuerst wiederum auf je 100 Samen umgerechnet wurde.

Schlesische Fichtensamen
im Winter 1875—1876 untersucht.

t	d Stunden	d Minuten	p	v
100° C.	1	13	60	2·5
90	1	42	46	1·5
80	2	11	76	2·4
75	2	28	87	2·0
70	3	9	95	3·1
65	2	24	95	3·2
60	2	44	94	3·4
55	3	21	97	4·1
50	4	19	90	4·5
45	8	—	96	2·8
40	9	33	78	2·3
35	18	32	93	2·2
0	—	—	21	1·9

Die Zeiten, während welchen die Zapfen erhitzt worden waren, haben ein besonderes praktisches Interesse. Der Gang der Temperaturen innerhalb der Zapfen ist mir durch Versuche bekannt; es würde aber zu weit führen hierauf einzugehen. Die Tabelle gibt ein genügend klares Bild über die Wirkung steigender Temperatur auf die Fichtensamen, welche in den letzten Wintermonaten untersucht worden waren und ohne Erwärmung ein enorm niedriges Keimprocent zeigten. Das Keimprocent der Controlsamen wurde, wie schon einmal erwähnt, während des ganzen Winters nicht nur einige Male, sondern öfters festgestellt und es resultirte stets eine Zahl, welche der obigen nahe kam, und die Keimkraft verhielt sich ebenfalls annähernd gleich.

Die Tabelle lehrt, dass bei diesem Versuche, wenn man von den gelegentlichen, vorderhand kaum vermeidlichen Unregelmässigkeiten absieht, dass mit steigender Temperatur das Keimvermögen zuerst bis 55 ⁰ C. zunimmt, um dann wieder mit weiterer Erhöhung de r Temperatur zurückzugehen. Das gleiche Gesetz spricht sich auch für die Volumenwerthe oder für den Gang der Keimkraft aus.

Wenn man dieses Verhalten mit dem früher aufgeführten vergleicht, so sieht man, das Keimungsvermögen, ebenso auch die Keimkraft haben mit Beginn dieses Sommers von selbst zugenommen. Im Winter hatte das Erwärmen einen ausserordentlichen Erfolg sowohl auf die Menge als die Kraft der Keime. Das grösste Keimprocent wurde bei längerem Erhitzen auf 55 ⁰ C. erhalten, das grösste Volumen bei 50 ⁰ C.; von da an aufwärts der Temperaturscala nahmen beiderlei Werthe wieder langsam ab.

Dasselbe Samenmaterial im darauffolgenden Sommer untersucht, zeigte ein umgekehrtes Verhalten. Die künstliche Erwärmung setzte Keimvermögen und Keimkraft ihrer Zunahme gemäss herab, offenbar weil das Keimungsvermögen und die Keimkraft an und für sich schon gestiegen war und die länger andauernde niedere Temperatur dasselbe bewirkt hatte, was eine kurze aber hohe Temperatur zu leisten im Stande ist.

Daraus geht im Allgemeinen, worauf ich besonderes Gewicht legen will, hervor, dass diesbezüglichen Versuchen mit Pflanzensamen niemals sofort ein allgemeiner Werth, respective allgemeine Giltigkeit beigelegt werden darf.

In den Samen gibt es Vorgänge, die zu geeigneter Zeit von selbst eintreten, aber auch künstlich beschleunigt werden können.

Versuche mit den Tiroler Samen ergaben ein ähnliches Resultat. Die Untersuchung wurde nur nicht mit derselben Ausführlichkeit behandelt. Sie besassen unerwärmt schon ein bemerkenswerthes Keimvermögen, welches sich auf 62 Procent belief, das schon durch $2^1/_2$stündiges Erwärmen auf 50 ⁰ C., auf 93 Procent sich hob, während der Volumenwerth der unerwärmten Samen 2·4 CCm., der der auf 50 ⁰ C. erwärmten 2·58 CCm. betrug. Die unerwärmten Samen besassen bei relativ immerhin noch mittelmässigem Keimungsvermögen eine grosse Keimkraft, welche freilich hinter der der schlesischen Samen sehr merklich zurückblieb. Wenn man die Werthe der Keimfähigkeit und der Keimkraft dieser unerwärmten Samen, mit denen der früher mitgetheilten Versuche vergleicht, so sieht man, dass auch hier sich beide Grössen mit Beginn des Sommers von selbst gehoben haben.

Ich wollte nun ferner wissen, welchen Erfolg verschiedene Zeitdauer des Erwärmens auf ein und denselben Temperaturgrad auf die Samen ausübe und wählte hierzu die schlesischen Samen aus. Die Versuche, im letzten Winter unternommen, wurden bei 40, 50 und 60 ⁰ C. ausgeführt. Die erste Columne der folgenden Tabelle gibt wiederum die Temperatur

t an, die zweite die Zeitdauer des Erwärmens = *d*, die dritte das Keimprocent *p*, die vierte das Volumen auf 100 Samen umgerechnet in Cubikcentimetern an.

Schlesische Fichtensamen

im Winter 1875—1876 untersucht.

t	*d*	*p*	*v*
40° C.	9 Std.	78	2·3
40	19	96	2·4
40	24	92	3·26
40	41	89	3·57
50	4	90	4·1
50	8	98	4·17
50	12	98	3·76
60	2·5	92	3·37
60	5·5	95	3·78
60	8	92	3·47

Wir sehen somit, dass ein längeres Erhitzen auf 40° C. die hier behandelten Fichtensamen für ihre Entwicklung geschickter macht, und dass bei 41stündigem Erwärmen sogar noch ein günstiger Einfluss wahrzunehmen ist, welcher sich allem Anscheine nach durch weitere Zufuhr von gleichen Wärmemengen dem grösstmöglichen Werthe der Keimkraft genähert haben würde. Bei 50° C., bei welcher Temperatur wir für die Zeitdauer von vier Stunden bereits den höchsten Volumenwerth erhielten, zeigt derselbe sogar noch eine wenn auch unbedeutende Zunahme, auf welche indess kein Gewicht gelegt werden kann, bei achtstündigem Erwärmen. Bei zwölfstündigem Erhitzen tritt aber die schädliche Wirkung sofort zu Tage. Beim Erwärmen auf 60° C. zeigt sich etwas Aehnliches.

Was nun die Geschichte betrifft, so sind es streng genommen nur zwei Untersuchungen, welche herbeigezogen werden müssen. Die eine rührt von Wiesner[1]), die andere von Nobbe[2]) her.

Wiesner erwärmte Fichtensamen eine Viertelstunde lang auf 40, 45, 50, 55 und 70° C. Er säte dann die Samen im botanischen Garten der Mariabrunner Forstakademie am 7. Juni 1871 aus und erhielt folgendes Resultat. Die durch 30 Min. auf 40° C. erwärmten Samen brachten normale Keimlinge am 1. Juli hervor. Die durch 35 Min. auf 45° C. erhitzten erschienen am 3. Juli und waren normal. Die durch 72 Min. auf 50° C. erwärmten erschienen am 1. Juli und waren etwas verkümmert. Die durch 102 Min. auf 55° erhitzten waren gleichfalls verkümmert und erschienen am 1. Juli. Am 3. Juli kamen schwache Keimlinge der durch 75 Min. auf 70° C. erwärmten Samen hervor. Die durch 35 Min. auf 45° C. erhitzten und während 50 Min. bei dieser Temperatur belassenen Samen keimten

[1]) Wiesner, Experimental-Untersuchungen über die Keimung der Samen. Sitzungsber. der kais. Akademie der Wissenschaften zu Wien. Math.-naturw. Cl. 1871, 20. Juli.

[2]) Nobbe, Ueber die Keimungsreife der Fichtensamen. Nobbe's „Landwirthschaftliche Versuchsstationen". 1874. Bd. XVII.

gar nicht. Die unerwärmten Samen traten am 3. Juli über die Erde. Wiesner hat somit schon gezeigt, dass Nadelholzsamen Temperaturen von 70° C. ertragen können und es fiel ihm auch auf, dass die erwärmten Samen früher, wie die unerwärmten keimten.

Nobbe bestimmte die Keimkraft in den Monaten Juli bis November von Fichtensamen, die einerseits grünen, andererseits rothen Fichtenzapfen entnommen worden waren und kam zu dem Resultate, dass die Keimkraft der rothen durchaus zurückbleibe hinter der der grünen Zapfen, ferner dass, da Nobbe mit Beginn des Winters keine Zunahme des Keimprocentes gewahrte, er den gewagten Schluss zog, dass die Keimungsreife der Fichtensamen sehr frühzeitig eintrete. Dass Nobbe's Versuche nicht entscheidend waren, diesen Schluss zu ziehen, geht aus der vorliegenden Abhandlung hervor. Ob die geringe Keimfähigkeit Nobbe's Versuchsmaterials von Rothfichtensamen mit demjenigen dessen, welches ich bei Beginn und während des letzten Winters in Händen hatte, in irgend einem Zusammenhange steht, das wage ich nicht zu entscheiden.

Wiesner zog aus seinen Untersuchungen gar keinen bestimmten Schluss; er beschränkte sich darauf, zu sagen, dass es wahrscheinlich sei, dass Nadelhölzer bis zu 70° C. wenigstens für kurze Zeit ertragen können, ohne ihre Keimfähigkeit zu verlieren und dass die erwärmten Samen in der Mehrzahl der Fälle früher als die unerwärmten keimten. Auch über das Verkümmern von nicht allzu hoch erhitzten Samen konnte Wiesner sich keine bestimmte Rechenschaft geben. Dies war eben unmöglich, weil ein derartiger Versuch im Freien als entscheidendes Experiment nicht ausgeführt werden kann. Vor Allem ist kein Verlass, welcher Factor ein früheres oder späteres Aufgehen der Samen bewirkte, weil es hier an der Constanz derjenigen Factoren fehlte, welche diese Eigenschaften besitzen sollten.

Dass auch meine Methodik noch Vieles zu wünschen übrig lässt, das weiss Niemand besser als der, der mit derartigen Experimenten vertraut ist. Was meine Methode leistet, ist leider mehr durch erworbene Uebung als durch Versuche in verschiedener Richtung festgesetztes Vorgehen verschuldet. Dies gilt namentlich mit Bezug auf die Beibehaltung des constanten Factors Wasser, welcher eine gewichtige Rolle spielt. Es ist nun mehr als ein Jahr, dass ich begann, mich mit der Keimung der Samen in exacter Weise zu beschäftigen. Anfangs erhielt ich immer divergirende Resultate. Es bedurfte einer gewissen Ausdauer, bis ich zu der Ueberzeugung kam, dass diese unbestimmten und unsicheren Resultate in den meisten Fällen ihren Grund nicht in dem Samen selbst haben, sondern dass es hauptsächlich von der Geschicklichkeit des Experimentators abhängt, ob ihm das Experiment ein Gesetz klar vor Augen führt oder nicht.

Zahlreiche Untersuchungen haben mir gezeigt, dass die Entwicklungsfähigkeit eines Samens eine Grösse ist, mit welcher sich mit Sicherheit dann operiren lässt, wenn die Wirkung sämmtlicher in Betracht kommender äusserer Agentien zuvor klar gestellt, zum Mindesten von dem Experimentator zuvor erfahren worden sind.

An die vorliegenden Daten liessen sich mannigfache praktische Fragen knüpfen, auf die einzugehen ich hier verzichten muss. Nur ein Punkt scheint mir von so allgemeinem nicht nur praktischem, sondern in noch höherem Grade theoretischem Interesse zu sein, dass ich ihn berühren will.

Wenn wir die auf verschieden hohe Temperaturen erhitzten Samen gemischt der Natur übergeben, und dies kommt in Wirklichkeit ja häufig vor, so würden, darüber besteht kein Zweifel, in vielleicht kurzer Zeit schon die kräftigeren Pflanzen die mit geringerer

Keimkraft, die also weniger günstig ausgestattet sind, im Kampf um das Dasein wenn auch nicht ganz, so doch theilweise verdrängen.

Wenn eine Aussaat von Menschenhand geschieht, so ist es offenbar ein sehr günstiges Verhältniss, wenn nur wenigstens ein Theil des Saatgutes den Maximalwerth seiner Keimkraft besitzt, denn es ist sicher, dass diese schon a priori einen Vorsprung vor allen andern haben und die schwächlicheren Pflänzlinge werden nach und nach unterdrückt oder sie werden schon anfangs, in häufigen Fällen wenigstens, mit Absicht bei Seite geschafft.

Nehmen wir aber einen andern Fall, wir würden etwa ein Samenmaterial verwenden, welches etwa durch höhere Temperatur, der es ausgesetzt war, etwas wenn auch nicht beträchtlich in seiner Keimkraft zurückgeschritten sein und sämmtliche zur Aussaat kommenden Samen hätten genau denselben Process durchgemacht, so würden die etwas geschwächten Sämlinge, da sie keine Concurrenz mit stärkeren auszuhalten hätten, ungehindert aufkommen, und es wäre eine weitere Aufgabe, zu untersuchen, ob eine ursprünglich schwächere Pflanze später noch zur vollkommenen möglichen Kraft gelangen kann, oder ob ein Fehler bei der Geburt auf das ganze Leben seine Folgen hat. Meiner Ansicht nach, lässt sich diese Frage weder unbedingt bejahen noch verneinen. Theoretisch kann man die Frage nicht in bestimmter Weise entscheiden. Praktisch würde sie vollkommen gleiche Culturbedingungen voraussetzen und eine jahrelange aufmerksame Beobachtung und strenge Controle erfordern. Ich habe einigen Grund zur Vermuthung, dass ein ursprüngliches Missverhältniss, wenn auch nicht immer nachwirken muss, so doch oft nachwirken kann, und von diesem Gesichtspunkte aus betrachtet, lässt sich die Behauptung aufstellen, dass die Verwendung von Samen, unter denen wenigstens nicht ein Theil die überhaupt grösstmöglichste Keimkraft besitzt, zu dem Ruin der Wälder oder Felder ein gutes Stück beitragen kann.

Diese Betrachtung zeigt, ein wie grosses und wichtiges Gebiet dem Naturforscher zur exacten Behandlung und Lösung offen steht.

Das was sich mir aus dieser Arbeit mit Sicherheit zu ergeben haben dünkt, will ich kurz recapituliren.

1. Das Keimprocent sowohl, wie die Keimgeschwindigkeit gibt keinen sicheren Aufschluss über die Keimkraft der Samen; umgekehrt gilt dasselbe Gesetz.

2. Die Erwärmung von Samen kann einen günstigen oder ungünstigen Einfluss auf das Keimungsvermögen und die Keimkraft ausüben, je nachdem der physiologische Zustand ist, in dem der Same sich befindet.

3. Die Zeitdauer der Erwärmung ist von wesentlichem Einfluss auf die Entwicklung des Samens, insoferne längeres Erwärmen bei niederen Temperaturen denselben Effect wie kurzes Erwärmen auf höhere Temperaturgrade hervorrufen kann.

4. Eine mit der vorliegenden Untersuchung im Zusammenhang stehende Hypothese lautet: „Eine nicht vollkommen normale Keimkraft von Samen kann ihren ungünstigen Einfluss noch auf die Weiterentwicklung der Pflänzlinge auf unbestimmte Zeit hinaus in geringerem oder grösserem Grade geltend machen, insbesondere dann, wenn in der Natur derartige Sämlinge unter sich und nicht mit stärkeren ihrer Art in Concurrenz treten, was ersteres tagtäglich insbesondere in der Forstwirthschaft eintritt.

Ein zweckmässiger Thermostat.[1])

Von

Dr. Wilhelm Velten.

(Mit Tafel XIII.)

Man hat bis jetzt um für kürzere oder längere Zeit bestimmte Temperaturen herzustellen sich entweder grosser Räume, ganzer Localitäten bedient, oder man hat mehr oder weniger einfache Apparate construirt, die aber durchgehends nur eine beschränkte Anwendung gestatten.

Diesem Uebelstande abzuhelfen, habe ich mich bemüht einen Apparat herzustellen, mit Hülfe dessen man von der Temperatur des Arbeitsraumes unabhängig ist. Derselbe erlaubt fast vollkommen constante Temperaturen für beliebige Zeiten hervorzubringen. Hierbei ist es möglich, Beobachtungen, selbst Messungen an Versuchsobjecten, die sich im Apparate befinden, vorzunehmen ohne zu diesem Zwecke denselben öffnen zu müssen.

Die für den Vegetationsprocess im Allgemeinen in Betracht kommenden Temperaturen, die sich constant für längere Zeit herstellen lassen, liegen zwischen ungefähr — 10° C. und 60° C.

Der wesentlichste Theil des Apparates besteht aus einem würfelförmigen oben offenen, doppelwandigen Kasten aus Zink, welcher mit einem ebenfalls doppelwandigen Zinkdeckel verschlossen werden kann. Dieser Deckel greift mit einem einfachen Falz in eine am Kasten oben angebrachte Zinkrinne. Eine Doppelseitenwand, ich will sie die Vorderwand nennen, ist statt der Zinkwände vollkommen ersetzt durch zwei parallelwandige Glastafeln, die mittelst Miniumkitt durch Zinkrahmen festgehalten sind. Die Hohlräume der Wände sind bestimmt, mit Wasser oder je nach Umständen mit einer andern Flüssigkeit, angefüllt zu werden und zwar ist die Einrichtung so getroffen, dass auch die zwischen den beiden Parallelgläsern befindliche Flüssigkeit mit derjenigen der vier übrigen Hohlräume vollkommen frei communiciren kann. Eine Communication derjenigen Flüssigkeit, welche den Deckel erfüllt, mit derjenigen des Kastens findet nicht statt, was sich auch nicht als nothwendig ergeben hat.

[1]) Abdruck aus dem LXXIV. Bande (Jahrg. 1876) der Sitzb. der k. Akad. der Wissensch. II. Abth. in Wien.

In dem Deckel befinden sich drei Oeffnungen, welche dazu dienen: erstens ein Thermometer, zweitens einen Thermoregulator aufzunehmen; die dritte Oeffnung ist bestimmt: Wasser den Versuchsobjecten zuführen zu können.

Der Thermoregulator ist ein modificirter Reichert'scher.[1]) Herr Chemiker Fischer in Wien hat denselben vor längerer Zeit schon dahin abgeändert, dass das Gaszuflussrohr nicht in das Quecksilbergefäss eingeschmolzen, sondern nur eingeschliffen ist, was einen grossen praktischen Vortheil gewährt, insoferne der Regulator sich nun zu jeder Zeit während des Experimentirens leicht und rasch reinigen lässt, sobald sich Producte verschiedener Natur, die in geringem Grade störend wirken können, im Innern desselben abgelagert haben. Ich mache bei dieser Gelegenheit auch sogleich darauf aufmerksam, dass wenn eine gewisse Temperatur auf die höchste Constanz gebracht werden soll und die Temperatur des Thermoregulators merklich niederer liegt als diejenige des zuströmenden Leuchtgases, dass dann das letztere vor dem Einströmen zuerst ein Chlorcalciumgefäss durchlaufen muss, um jede Condensation von Wasserdampf aus dem Leuchtgase innerhalb des Gaszuflussrohres des Regulators zu vermeiden.

Gelegentliche Temperaturschwankungen im Innern des Versuchsraumes von beiläufig 1—2° C. und auch mehr, scheinen meist durch solche Unregelmässigkeiten, durch Ansetzen kleiner Wassertröpfchen sich zu bilden. Ist das Leuchtgas ganz getrocknet, so lässt sich thatsächlich in den meisten Fällen mit diesem Instrumente eine überraschende Constanz der Temperatur erzielen.

An den Seitenwänden des Zinkkastens befinden sich mehrere kleine Oeffnungen um gemessene Luftvolumina oder, wenn es sich um Einwirkung verschiedener Gase bei bestimmten oder variablen Temperaturen auf das Leben der Pflanzen handelt, diese selbst eintreten zu lassen und sie andererseits wieder an beliebigen Orten abzusaugen. Bei Gasuntersuchungen wird die Rinne, in welcher der Deckel des Apparates steht, mit Glycerin, Fetten, Oelen u. s. w. aufgefüllt um die Gase des Innenraumes hermetisch gegen oben abzusperren. Soll die Temperatur der eintretenden Luft oder eines Gases möglichst genau derjenigen des Versuchsraumes beim Eintritte schon gleichkommen, so lässt man diese Agentien zuvor durch Röhren strömen, welche mit dem Erwärmungskasten im innigen Contacte stehen.

Der Zinkkasten muss aussen und innen mit eisernen Reifen umgeben werden, weil sonst der ziemlich bedeutende Druck des Wassers, das sich innerhalb der Wände befindet, die Zinkwände ausbaucht und hierdurch Zerrungen an den Löthstellen des Apparates entstehen, die leicht zu kleinen Läsionen Anlass geben können. Sobald der Apparat einige Zeit schon in Thätigkeit war, kommen dann die im Anfang auftretenden, kaum vermeidlichen Beschädigungen nicht mehr vor.

Bei allen Temperaturen, die man herzustellen wünscht, welche über der Temperatur des Arbeitslocales liegen, ist der Apparat schon in dieser Form brauchbar. Ich stelle denselben auf einen hölzernen Sockel und trenne den Zinkkasten von der höher oder tiefer in dem Untersatz befindlichen Flamme nur noch durch ein Eisenblech, damit vorzugsweise das Zink vor merklicher Oxydation geschützt werde.

[1]) Ein einfacher Thermoregulator von Prof. E. Reichert in Freiburg. Poggendorff's Annalen. 1872. Bd. 24, p. 467.

Die erwärmende Flamme stammt je nach dem Bedürfnisse von einem Bunsenbrenner oder sonst einem Heizapparat her und wird das Leuchtgas, nachdem es den Thermoregulator durchströmt hat, so zu dem Brenner geführt, wie es die Abbildung darstellt.

Handelt es sich um Herstellung von Temperaturen, die unter der Temperatur des Arbeitsraumes liegen sollen, so kann man sich zunächst mit Kühlwasser behelfen. Bei grösseren Temperaturdifferenzen wird der Zinkkasten mit Eis oder Kältemischungen umgeben. Zu diesem Behufe wird der ganze Apparat mit einem Holzmantel überdeckt, der oben und an der Vorderseite ebenfalls Glasscheiben trägt; ich fülle dann den ganzen Zwischenraum zwischen Mantel und Zinkkasten mit Eis aus. Auf den Deckel stelle ich zwei mit Eis oder Kältemischungen gefüllte Behälter auf, um auch die Temperatur der in demselben befindlichen Flüssigkeit, gewöhnlich des Wassers, herabzudrücken. Das beim Schmelzen des Eises sich sammelnde Wasser fliesst aus einem unterhalb des Thermostaten angebrachten ringsherumlaufenden Canales seitlich ab.

Soll der Einfluss des weissen Lichtes auf ein pflanzliches Object bei ganz bestimmten Temperaturen oder die Wirkung verschiedener Temperaturen bei dem constanten Factor, weisses Licht, untersucht werden, so wird der doppelwandige Zinkdeckel durch einen doppelwandigen Glasdeckel mit Zinkrahmen ersetzt, so dass dann von oben sowohl als auch von der Seite das Licht zutreten kann.

Um die Wirkung des weniger brechbaren Theiles des Sonnenspectrum auf die Pflanze bei beliebigen Temperaturen zu prüfen, füllt man den ganzen doppelrandigen Hohlraum des Kastens sammt dem Deckel mit einer Lösung von saurem chromsaurem Kali an.

Bei Anwendung von Kupferoxydammoniak, wenn man die brechbarere Hälfte des Sonnenspectrum in den Innenraum gelangen lassen will, muss aber der chemischen Untersuchung desselben mit den Zinktheilen halber eine besondere mit dieser Lösung gefüllte Glascuvette vorgeschoben werden. Keinesfalls empfiehlt es sich, die doppelte Glaswand, deren Flüssigkeitsinhalt mit demjenigen der übrigen Hohlräume des Kastens communicirt, selbst durch eine Glascuvette zu ersetzen, weil der Apparat dann nur eine beschränkte Anwendung gestattet und zwar aus dem Grunde, weil immer dann, wenn die Lufttemperatur des Arbeitsraumes von der Temperatur des Versuchsraumes differirt, eine um so weniger gleichmässige Temperatur des Innenraumes zu erzielen ist, als die Glascuvette eine relativ grössere Fläche einnimmt. Je grösser die Temperaturdifferenz von aussen und innen, einen um so schädlicheren Einfluss muss eine Glascuvette oder gar eine einfache Glastafel haben.

Ich habe bis jetzt nur von der Wirkung des Lichtes und der Gase bei gleichen oder variablen Temperaturen auf das Pflanzenleben gesprochen; es ist aber selbstverständlich, dass bei allen Versuchen, bei denen es sich handelt den Einfluss irgend eines Agens bei bestimmten oder variablen Temperaturen oder bei constanten Temperaturen die Wirkung veränderter anderweitiger Factoren zu erforschen, dieser Apparat, in der Combination, wie ich sie hier mitgetheilt habe, für pflanzenphysiologische Experimente wesentliche Dienste leisten wird.

Ist es fernerhin wichtig, bei Messungen, Zählungen u. s. f. im Versuchsraume arbeiten zu können, ohne hierbei eine sehr merkliche Temperaturstörung in demselben hervorzurufen, so empfiehlt es sich einen an einem Messingring befestigten Kautschukhandschuh an einer der Seitenwände des Kastens anzubringen. Dadurch ist es möglich die Hand in den Versuchsraum einzuschieben, ohne dass hierbei Luftströmungen von aussen nach innen stattfinden

und wird hierdurch die Temperatur im Innern bei raschem Operiren in der Mehrzahl der Fälle wenigstens kaum wesentlich verändert.

Der ganze Apparat, so wie ich ihn seit einem Jahre verwende, hat eine Höhe von 150 Cm., eine Breite von 75 Cm. und ist ebenso tief als breit. Der Rauminhalt der eigentlichen Versuchskammer beträgt circa 0·13 Cubikmeter. Die Dicke der den Versuchsraum umgebenden Wassermasse beträgt ringsum circa 2·5 Cm. Der Apparat könnte leicht auch in einer Grösse hergestellt werden, die gestattete, die Functionen selbst junger Bäume bei ganz beliebigen Temperaturen zu untersuchen. Derselbe Apparat in kleinerem Massstabe ausgeführt, empfiehlt sich als Wärmevorrichtung für mikroskopische Zwecke. Wird das Arbeiten im Innern des Kastens hierbei nicht zu lange fortgesetzt, so hat man auch in diesem Falle keine wesentliche Temperatursstörung zu befürchten, weil das mikroskopische Object den Metalltheilen des Mikroskops direct aufliegt und dasselbe daher im Gange der Temperatur so ziemlich mit derjenigen des Mikroskops gleichen Schritt hält. Statt eines Handschuhes bedient man sich dann zweier.

Wenn es sich darum handelt, längere Zeit ein mikroskopisches Präparat auf bestimmten Temperaturen zu erhalten, so ist diese Vorrichtung sehr empfehlenswerth. Sollen aber die Wirkungen von Temperaturschwankungen oder auch nur der Effect einer langsam steigenden oder fallenden Temperatur innerhalb eines kürzeren Zeitraumes untersucht werden, so ist bei weitem rathsamer, das mikroskopische Object und lediglich die Objectivlinse des Mikroskops mit einer fliessenden Wassermasse zu umgeben, in der Weise, wie ich es in meiner Schrift: „Die Einwirkung der Temperatur auf die Protoplasmabewegung“ [1]) näher beschrieben habe. Bei Versuchen mit Pflanzentheilen, welche die directe Anwesenheit des Wassers nicht ertragen können, wird bei Anwendung der letzteren Methode eine kleine Kammer diese enthaltend in das Wasser eingesenkt.

Eine besonders nennenswerthe Vorrichtung, um mikroskopische Objecte sammt dem Mikroskop einer beliebig gesteigerten oder erniedrigten Temperatur auszusetzen, wurde schon früher von Sachs [2]) beschrieben. Es ist ebenfalls ein doppelwandiger Zinkkasten. An der Vorderwand findet sich eine relativ kleinere Oeffnung, um Licht durch eine angebrachte Glastafel oder durch eine mit Flüssigkeit gefüllte Cuvette zum Mikroskopspiegel gelangen zu lassen. An den Seitenwänden sind zwei Oeffnungen angebracht, um mit einer Pincette oder einem Drahte das mikroskopische Object von aussen verschieben zu können. Der Deckel des Apparates besteht aus Pappe. Das Mikroskop steht nur bis zu seiner Brücke in dem eigentlichen Versuchsraum, so dass also Tubus und Mikrometerschraube nach aussen in die Luft ragen. Der von mir beschriebene Apparat bietet dem Themorstaten von Sachs gegenüber somit wesentliche Vortheile dar.

Der Apparat leistet für thierphysiologische Zwecke, wie sich dies von selbst ergibt, die gleichen Dienste wie für pflanzenphysiologische.

[1]) Velten, Regensburger Flora. 1876, Nr. 12—14.

[2]) Sachs, Lehrbuch der Botanik. 1873, p. 643; 1874, p. 706.

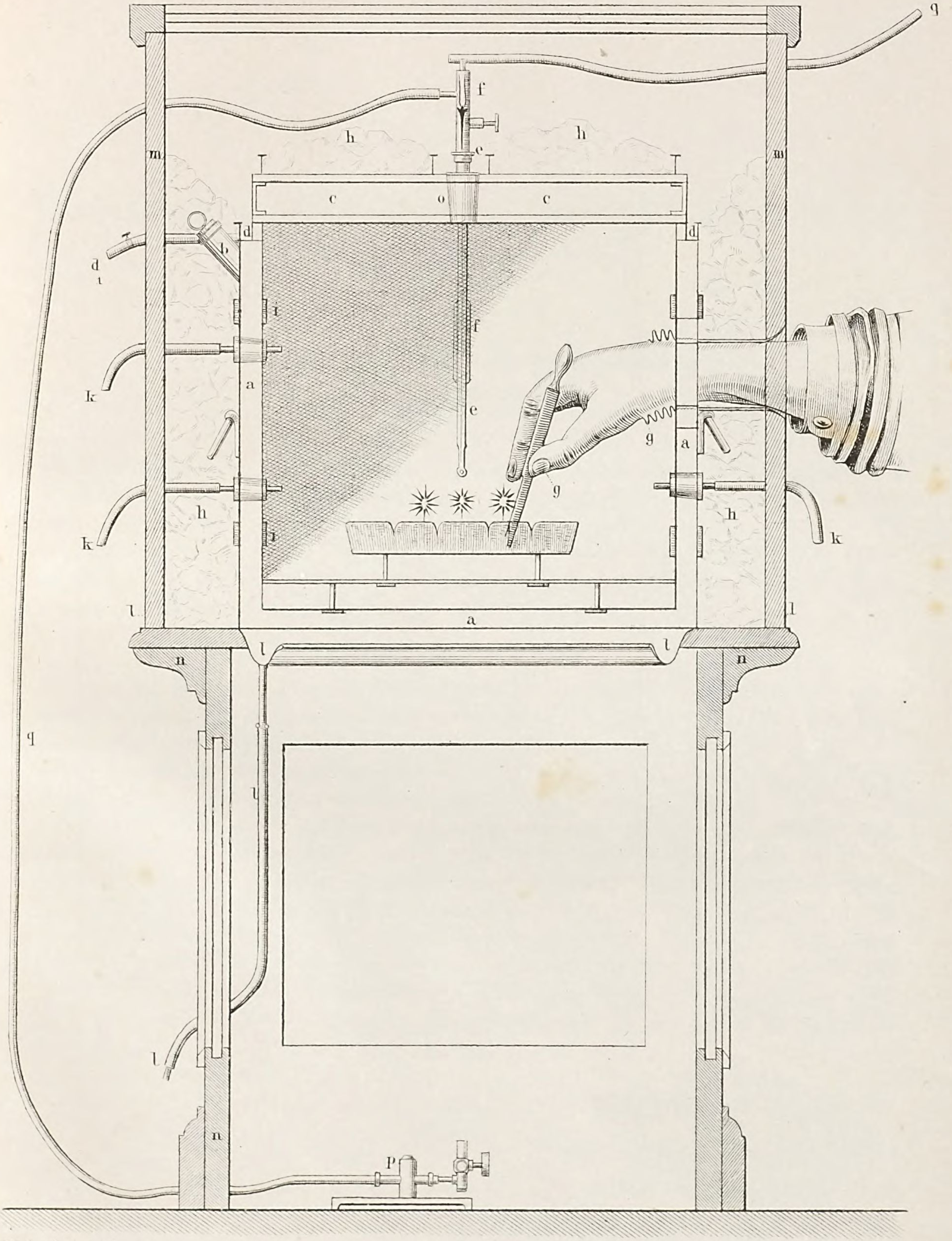
Erklärung der Tafel.

(Durchschnittsansicht des Thermostaten in $^1/_{10}$ natürlicher Grösse.)

a. Doppelwandiger Zinkkasten mit Wasser gefüllt.
b. Oeffnung zum Füllen des Kastens mit Flüssigkeit und zur Reinigung der Glasplatten.
c. Doppelwandiger Glasdeckel mit Wasser gefüllt.
d. Zinkrinne mit Flüssigkeit gefüllt und d_1 Ablassrohr für die letztere.
e. Thermometer.
f. Thermoregulator.
g. Kautschukhandschuh.
h. Eis.
i. Eiserne Bänder.
k. Zu- und Ableitungsröhren für Luft, überhaupt Gase.
l. Rinne zur Ableitung des durch Schmelzen des Eises entstandenen Wassers.
m. Holzmantel.
n. Sockel.
o. Die Stelle der Oeffnung, durch welche hindurch Wasser den Versuchsobjecten zugeführt wird.
p. Heizflamme.
q. Gasschläuche.

Taf. XIII.

W. Velten, Über die Folgen der Einwirkung der Temperatur auf die Keimfähigkeit und Keimkraft der Samen von Pinus Picea du Roi.



Druck v. Jos. Wagner in Wien.

Beschreibung der Metamorphosen und der Lebensweise von *Hedobia pubescens* Oliv.[1])

Von

Fritz Wachtl, k. k. Oberförster.

(Mit Tafel XIV.)

Von den vier bis jetzt bekannten europäischen, der Gattung *Hedobia* Latr. angehörigen Arten ist von den ersten Ständen derselben nur von einer, und zwar von der *Hedobia imperialis* Linn., die Larve bekannt, welche Bouché[2]) beschrieben hat.

Ich hatte seit mehreren Jahren Gelegenheit die *Hedobia pubescens* Oliv. durch Zucht zu erlangen und will nun in Nachfolgendem eine Beschreibung der Metamorphosen versuchen, sowie meine gemachten Beobachtungen über ihre Lebensweise mittheilen.

Beschreibung der Larve.

Der Körper der Larve ist C-förmig gekrümmt mit stark gewölbter Rückenseite, flach gewölbter Bauchseite und prägnant entwickelten Keil- und Hinterwülsten. Mit Ausschluss des Kopfes besteht derselbe aus drei Thorax- und neun Abdominal-Segmenten, von welchen erstere besonders kräftig entwickelt sind und stark hervortreten. Die Färbung des ganzen Körpers ist gelblichweiss mit mehr oder weniger dunkelbraunen Mundtheilen. Seine ganze Oberfläche hat eine — bei schief auffallendem Lichte — goldgelb schimmernde Behaarung, die am Kopfe, den Seitenwülsten und dem Anus am längsten und dichtesten ist.

Die Länge (der Sehne) des in natürlich gekrümmter Lage gemessenen Körpers beträgt 5—8 Mm. Die (grösste) Breite am Hinterrande des Metathorax misst 3·5—4 Mm.

Der Kopf ist halb so breit als der Prothorax, in letzteren etwas eingezogen, stumpfeiförmig, gewölbt, der Quere nach fein lederartig gerunzelt mit einer braun gefärbten dicht behaarten Grube oberhalb der Mandibeln, von welcher eine schwach vertiefte Mittellinie ausgeht, die gegen den Hinterhauptsrand zu seichter und undeutlich wird. Der Vorderrand ist seicht gebuchtet.

Augen fehlen.

Fühler nicht vorhanden. An Stelle derselben eine kleine kreisrunde Hornplatte.

[1]) Abdruck aus dem XXVI. Bande (Jahrgang 1876) der Verhandlungen der k. k. zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien.

[2]) Bouché, Naturgeschichte der Insecten, besonders in Hinsicht ihrer ersten Zustände als Larven und Puppen. 1834, p. 187.

Oberlippe fleischig, mit schwach gebuchtetem Vorderrande, dicht und lang bewimpert.

Die Mandibeln sind dunkelbraun, dick, hornig, dreieckig mit innen flach ausgehöhlter Spitze und einem stumpfen Zahn unterhalb derselben.

Kiefertaster dreigliederig mit bräunlichem, kleinem, spitzem End- und langem, dickem Grundgliede.

Lippentaster seitlich, die Unterlippe weit überragend, zweigliederig, beide Glieder gleich lang, bräunlich.

Vom Thorax ist der Metathorax am stärksten entwickelt und hat der Körper hier den grössten Umfang.

Das Abdomen besteht aus neun Segmenten die unter einander gleich lang sind, an Breite jedoch allmälig abnehmen. Das Analsegment ist gegen seine Spitze zu etwas verdickt.

Der Anus ist lang gespalten. Der, die ganze Länge des Analsegments einnehmende Längsspalt, welcher in einem kurzen Querspalt endiget, ist der Länge nach von wulstig erhabenen Rändern begrenzt.

Die Beine sind mässig lang und dreigliederig. Hüften wenig hervorragend, cylindrisch. Schenkel am Grunde verdickt. Tibien von der Länge der Schenkel mit verdickter Spitze. Tarsenglieder kurz, cylindrisch, in eine einfache starke Klaue mit schwach hakenförmig gebogener Spitze endigend. Die ganzen Beine, namentlich aber die Spitzen der Tibien und der Tarsenglieder mit zerstreut stehenden steifen Borstenhaaren besetzt.

Von den neun Paar Stigmen befindet sich das erste Paar knapp am Hinterrande des Prothorax, die übrigen stehen in der Mitte des ersten bis achten Abdominalsegments. Sie sind elliptisch, hornig, braun und dunkler gerandet.

Beschreibung der Puppe.

Der Körper der Puppe ist gelblichweiss, glatt, glänzend.

Kopf, Halsschild, Fühler und Beine behaart.

Kopf geneigt aber freistehend, nicht an die Brust anliegend.

Fühler frei unbedeckt, an den Körper anliegend.

Die vorderen zwei Paar Beine nahe an den Halsschild emporgezogen, so dass ihre Tibien eine horizontale Lage einnehmen. Das hintere Beinpaar unter den Flügeln versteckt, nur die Kniegelenke und die Tarsen mit den Klauen sichtbar.

Schildchen stark vortretend.

Nach 20—24 Tagen — vom Tage der Verpuppung an gerechnet — wird das Puparium abgestreift, und im Verlaufe von weiteren 8—10 Tagen ist der Käfer vollkommen entwickelt und flugfähig.

Lebensweise der *Hedobia pubescens* Oliv.

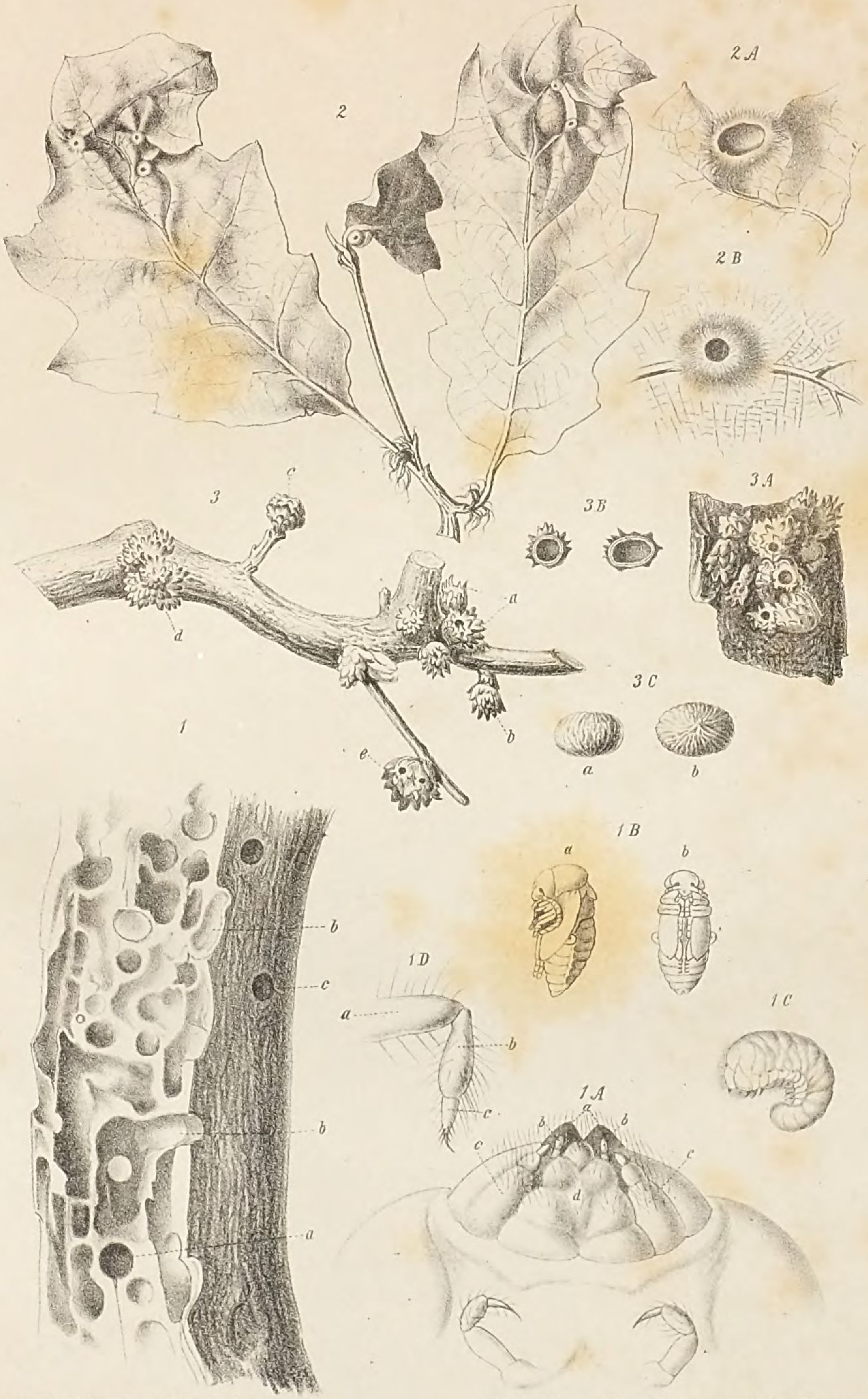
Ich fand die Larve in dem Holze der auf Eichen wachsenden weissen Mistel (*Viscum album* L.).

Sie frisst darin unregelmässig gewundene, cylindrische Gänge, die sie hinter sich mit dem pulverartig feinen Wurmmehle dicht verstopft und die sich in ihrer Anlage, dem Verlauf und der Form am besten mit denen von Sirex vergleichen lassen.

Mancher Stamm oder Zweig ist von den darin hausenden Larven nach allen Richtungen so durchwühlt, dass nur wenige intact gebliebene Splinttheile und die feste Rinde ein Zerfallen desselben verhindern.

Taf. XIV.

F. Wachtl, Hedobia pubescens u. 2 neue europ. Cynipiden.



O. v. Kirchsberg del. M. Streicher lith.

K. k. Hof-Chromolith. v. Ant. Hartinger & Sohn, Wien.

Alle Larvengänge, an deren Enden die Puppenwiegen angefertigt werden, führen unter die Rindenschichte. Diese bestehen aus einer länglichen ovalen Höhlung, welche von der Larve mit einem äusserst dichten Gewebe aus ungemein feinen seidenartigen Fäden austapezirt wird. In diesem Cocon geht die Verwandlung vor sich. Der ausgebildete Käfer hat dann nur mehr die dünne Rindenschichte zu durchnagen um in's Freie zu gelangen.

Die Fluglöcher sind kreisrund und haben einen Durchmesser von 2·2—3 Mm.

Der Käfer hat eine dreijährige Generation. Man findet jedoch in den meisten von ihm befallenen Mistelsträuchen die Larven gewöhnlich in den verschiedensten Entwickelungsstadien. Im Jahre 1873 eingezwingerte Frassstücke lieferten die letzten Imagines im Juli des heurigen Jahres.

Der Käfer scheint übrigens wie seine Gattungsverwandten, namentlich *Hedobia imperialis* L., polyphag zu leben und — wenn auch nicht so häufig wie in der Mistel — noch in verschiedenen anderen Laubhölzern zu fressen. So fand ich ein vollkommen entwickeltes Exemplar bei der Untersuchung eines Frasses von *Dicerca Berolinensis* Fabr., in dem Holze des Hornbaumes (*Carpinus betulus* L.) noch in seiner Puppenhöhle liegend. Das Thier hatte somit offenbar in Gesellschaft von *Dicerca* gefressen.

Zusammenstellung der bisher bekannt gewordenen Nährpflanzen der europäischen *Hedobia*-Arten.

Hedobia pubescens **F.**: Weisse Mistel (*Viscum album* L.), Weissbuche (*Carpinus betulus* L.), Eiche (*Quercus* L.), beobachtet von F. Wachtl.

— ***imperialis*** **L.**: Linde (*Tilia* L.), beobachtet von Bouché; Eiche (*Quercus* L.), Buche (*Fagus sylvatica* L.), klebrige Akazie (*Robinia viscosa* L.), Wallnuss (*Inglans regia* L.), Birke (*Betula alba* L.), Salweide (*Salix Caprea* L.), Rüster (*Ulmus* L.), Bergahorn (*Acer pseudo-platanus* L.), Erle (*Alnus* Tournef.), Pflaume (*Prunus domestica* L.), beobachtet von Nördlinger; Apfelbaum (*Pyrus Malus* L.), beobachtet von Letzner.

— ***regalis*** **Duftschm.**: Rosskastanie (*Aesculus Hippocastanum* L.), beobachtet von Boieuldieu.

— ***angustata*** **Bris.**: Korkeiche (*Quercus Suber* L.), beobachtet von Brisout.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Stück eines Stammes der weissen Mistel (*Viscum album* L.), natürliche Grösse.
a. Larvengänge. *b.* Puppenlager. *c.* Fluglöcher.

Fig. 1 A. Kopf der Larve mit den Mundtheilen von unten gesehen, vergrössert.
a. Mandibeln. *b.* Lippentaster. *c.* Kiefertaster. *d.* Unterlippe.

Fig. 1 B. Puppe vergrössert.
a. Seitenansicht. *b.* Vorderansicht.

Fig. 1 C. Larve in natürlicher Lage, vergrössert.

Fig. 1 D. Ein Bein der Larve, vergrössert.
a. Schenkel. *b.* Schiene. *c.* Tarsenglied.

Zwei neue europäische Cynipiden und ihre Gallen.[1])

Von

Fritz Wachtl, k. k. Oberförster.

(Mit Tafel XIV.)

Andricus Schröckingeri n. sp.

♂. *Antennis 14 — articulatis. Niger. Lateribus thoracis et abdominis plus minus rufis. Clypeo, ore, palpibus, antennis pedibusque flavis. Capite thoraceque coriariis.*

Long. 1·5—2 Mm.

♀. *Antennis 13 — articulatis, capite nigro, thorace, abdomineque rufo, hoc supra et apicem versus obscuriore. Antennis fuscis, articulis 5—6, ore et pedibus testaceis, palpibus flavis. Capite thoraceque coriariis.*

Long. 1·8—2 Mm.

♂. Körper glänzend, schwarz. Die Seiten des Thorax und die des Abdomens in bald grösserer, bald kleinerer Ausdehnung von gelbrother Farbe. Manchmal ist auch die Stirne gelbroth, sehr selten der ganze Körper schwarz. Der Kopf und der Thorax sind lederartig, dicht und ziemlich fein gerunzelt; letzterer mit kaum sichtbaren weissgrauen Härchen spärlich besetzt. Furchen der Parapsiden durchgehend, deutlich. Seiten der Hinterbrust dicht und fein nadelrissig. Schildchen fein, gegen den Rand zu gröber gerunzelt. Die Schildchengruben glatt. Clypeus, Mund, Taster, die vierzehngliedrigen Fühler und die Beine gelb. Manchmal sind die letzten Fühlerglieder sowie die Aussenseite der Tarsen an den Hinterbeinen gebräunt.

♀. Kopf schwarz, Ocellen glänzend gelbroth. Thorax und Abdomen gelbroth, letzteres an der Oberseite und gegen die Spitze dunkler. Kopf und Thorax etwas gröber gerunzelt und weniger glänzend als beim ♂, ohne einer Spur von Behaarung auf letzterem. Seiten der Hinterbrust und die Parapsidenfurchen wie beim ♂. Schildchen gröber als beim ♂ und gleichmässig gerunzelt mit ebenfalls glatten Grübchen am Grunde. Fühler dreizehngliedrig, bräunlich. Die ersten 5—6 Glieder, der Mund und die Beine bräunlichgelb. Taster gelb. Flügeladern bei beiden Geschlechtern blassbräunlich.

[1]) Abdruck aus dem XXVI. Bande (Jahrgang 1876) der Verhandlungen der k. k. zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien.

Ich erzog beide Geschlechter in mehreren Exemplaren vom 3.—5. Juni aus Gallen, die ich Ende Mai in Schönbrunn bei Wien gesammelt hatte.

Die vielfachen Verdienste, welche unser hochverehrter Herr Vice-Präsident, Freiherr von Schröckinger-Neudenberg, Sections-Chef im k. k. Ackerbau-Ministerium, sich um das Gedeihen der k. k. zool.-bot. Gesellschaft erworben hat, veranlassen mich diese Gelegenheit zu benützen und ihm diese Species als geringes Zeichen meiner Hochachtung und Verehrung zu widmen.

Galle.

Die Galle findet sich Mitte Mai an den Blättern von *Quercus Cerris* Linn., und sitzt grösstentheils an dem Mittel- oder einem Seitennerven in der Nähe des ersteren, seltener auf letzterem am Blattrande, meist einzeln oder zu zweien und dreien gehäuft, wodurch das Blatt analog wie bei den Gallen von *Spathegaster albipes* Schenck gekrümmt und bis zur Galle ausgeschnitten erscheint. Sehr selten tritt sie auch auf dem Blattstiele auf, welcher dann ebenfalls eine Krümmung zeigt.

Sie ist eiförmig von 2 Mm. Längen- und 1 Mm. Querdurchmesser und vertical mit der Längenachse durch das Blatt hindurch gewachsen, so dass sie über beide Blattflächen gleich stark hervorragt, dünnwandig, ohne Innengalle, bräunlich und mit abstehenden einfachen weissschimmernden Haaren filzartig überzogen, die an der Unterseite des Blattes bedeutend länger sind als an der Oberseite.

Die Wespen verlassen die Gallen Ende Mai und Anfangs Juni desselben Jahres stets durch das über die Oberseite des Blattes hervorragende Ende.

Inquilinen und Schmarotzer.

Inquilinen habe ich keine erhalten, von Schmarotzern jedoch *Platymesopus Erichsoni* Rtzbg. daraus gezogen, welcher in der zweiten Hälfte Juni desselben Jahres ausflog.

Aphilotrix Kirchsbergi n. sp.

Ferruginea. Segmento primo tertia parte longitudinis abdominis. Capite, thorace, scutello atque pedibus punctatis, tenuiterque incano-pubescentibus. Antennae articulis tredecim, articulo tertio quartoque longissimis. Articulo quarto paulo breviore tertio.

Long. 2—4 Mm.

Das erste Segment nimmt ein Drittel der Länge des glänzend glatten Hinterleibes ein. Körper rostbraun. Augen und die Nähte an den Thoraxseiten schwarz. Der Kopf und Thorax, das Schildchen und die Beine punktirt und mit kurzen, niederliegenden, weissgrauen Härchen nicht sehr dicht besetzt. Parapsidenfurchen durchgehend. Die Grübchen am Grunde des Schildchens deutlich, schwach und undeutlich runzelig punktirt. Fühler schwach behaart mit 13 Gliedern, von denen das dritte und vierte am längsten ist. Das vierte Glied ein wenig kürzer als das dritte.

Unter den vielen Stücken, die ich gezogen habe, fanden sich auch welche mit heterogenen Fühlerbildungen; nämlich ein Thier dessen rechter Fühler nur aus 12 Gliedern, dann ein zweites dessen linker Fühler aus 14 Gliedern bestand, während die anderen Fühler an diesen beiden Thieren normal dreizehngliedrig waren.

Die Wespen entwickeln sich in den Monaten Juli und August aus den vorjährigen Gallen.

Ich widme diese Art als Zeichen meiner Freundschaft dem Herrn Oscar von Kirchsberg, k. k. Finanz-Commissär in Wien, dem ich gleichzeitig für seine liebenswürdige Bereitwilligkeit, mit welcher er die Zeichnungen hiezu anfertigte, meinen besten Dank sage.

Galle.

Die Galle wurde bereits von Dr. Giraud[1]) unter dem Namen *Cynips gemmea* beschrieben und von Professor Dr. Mayr[2]) abgebildet, aber weder Dr. Giraud noch Professor Mayr haben die Wespe daraus gezogen.

Ich sammelte die Galle in grosser Anzahl in Westgalizien und dem südwestlichen Mähren, fand sie jedoch auch einzeln in der Umgebung Wiens.

Sie erscheint im Laufe des Monates August, ist sehr häufig auf *Quercus pedunculata* Ehrh. (Bestwin, Znaim, Gloggnitz, Pressbaum, Neulengbach); seltener auf *Quercus sessiliflora* Salb. (Bestwin, Znaim, Schönbrunn, Liesing, Neuwaldegg); am seltensten auf *Quercus pubescens* Willd. (Schönbrunn, Kalksburg) und bildet sich aus den Adventiv-, Terminal- und Lateralknospen an dem Stamme, den Aesten und den Zweigen junger und alter Bäume und Stocktriebe obiger drei Eichenarten, oder sie entspringt auch aus den Proventivknospen an alten Bäumen nahe der Erdoberfläche, in welchem Falle sie dann gewöhnlich mit abgefallenem Laube etc. bedeckt ist.

Selten findet sie sich einzeln, meist kommt sie in kleinen Gruppen von 3 bis zu 8 Stücken gehäuft vor und ist dann gewöhnlich an den Berührungsstellen etwas abgeplattet.

Ihre Grösse variirt von der eines Hanfkornes bis zu der einer mittelgrossen Erbse. Der Durchmesser beträgt im Mittel 4 Mm.

Die Gestalt der Galle ist mehr oder weniger kugelrund. Ihre Oberfläche ist im frischen Zustande aus einer fleischigen, saftigen Gewebsschichte gebildet, welche mit kurzen, stumpfen, abstehenden Höckerchen aus derselben Substanz bestehend, bedeckt ist. An dem der Anheftungsstelle entgegengesetzten Ende verlängern sich gewöhnlich diese Höckerchen, sind überhaupt kräftiger und umgeben eine scheinbar vertiefte, kahle, mehr oder weniger kreisförmige Fläche, die in ihrem Centrum einen kleinen Nabel trägt.

Unter dieser Gewebsschichte, die bei eingetretener Gallenreife vertrocknet, spröde wird und dann auch öfters theilweise abspringt, liegt eine dünnwandige holzige, harte, etwas flachgedrückt eiförmige, gelblichbraune Innengalle, an deren Oberfläche vom Mittelpunkte — dem vorhin erwähnten Nabel — aus, kleine erhabene Kiele in radialer Richtung gegen den Anheftungspunkt zu laufen. Diese Innengalle umschliesst die Larvenhöhle.

Die Färbung der Galle ist in den meisten Fällen, namentlich aber bei solchen Exemplaren, welche mehr dem Einflusse des Lichtes ausgesetzt sind, ein bleiches Grün als Grundfarbe und rothen Höckerchen, oder aber sie ist durchaus einfärbig grün oder purpurbraun. Bei erlangter Reife — im October — erhält sie gewöhnlich eine trübbraune Färbung und fällt grösstentheils zu Boden um da zu überwintern.

[1]) Giraud. Signalments de quelques espèces nouvelles de Cynipides et de leurs Galles. Verhandlung der zool.-bot. Gesellschaft 1859, p. 372.

[2]) Mayr. Die mitteleuropäischen Eichengallen in Wort und Bild. Taf. IV, Fig. 44.

Inquilinen und Schmarotzer.

Von Inquilinen habe ich daraus erzogen:

Synergus vulgaris Htg. im December des ersten und Jänner des zweiten Jahres.
Ceroptres arator Htg. im December des ersten; Jänner, Februar und März des zweiten Jahres.

Von Schmarotzern:

Eupelmus sp.? im April des zweiten Jahres.
Siphonura sp.? im Juni, Juli und August des zweiten Jahres.
Eurytoma sp.? im Jänner des zweiten Jahres.
Mesopolobus fasciiventris Rtzbg. im December des ersten und Jänner des zweiten Jahres.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 2. Blätter von *Quercus Cerris* Linn. mit Gallen von *Andricus Schröckingeri* n. sp.
Fig. 2 A. Horizontal-Durchschnitt einer Galle.
Fig. 2 B. Eine einzelne Galle mit dem Flugloch der Wespe.
Fig. 3. Stocktrieb von *Quercus pedunculata* Ehrh. mit Gallen von *Aphilotrix Kirchsbergi* n. sp.
a. d. Gallen aus Adventivknospen entstanden; bei *d.* gehäuft.
b. c. Laterale Brachyblasten, an denen die Terminalknospen zu Gallen umgebildet sind.
e. Aus einer Lateralknospe entstandene und durch *Synergus vulgaris* Htg. deformirte Galle.
Fig. 3 A. Rindenstück von dem Wurzelhalse einer alten Traubeneiche, *Quercus sessiliflora* Salb., mit aus Proventivknospen gebildeten Gallen.
Fig. 3 B. Verticaldurchschnitte einzelner Gallen.
Fig. 3. C. Innengallen.
a. Profilansicht.
b. Von oben gesehen.

NB. Fig. 2 A, 2 B und Fig. 3 C. *a. b.* vergrössert, alle übrigen Abbildungen in natürlicher Grösse.

Ueber Dichtenbestimmungen des Holzes.[1])

Von

Dr. Josef Moeller.

Die Dichte organisirter Körper ist kein einfacher Begriff. Sie ist das Product aus einer Reihe von Factoren und die Wissenschaft kann sich nicht damit zufrieden geben, das Product zu kennen, sie muss auch zu erfahren suchen, aus welchen Factoren sich das Product aufbaut und in welchem Masse sich die einzelnen Factoren an dem Aufbau betheiligen. Diese Beziehungen wurden bisher im Zusammenhange nicht erforscht, wenngleich wir im Einzelnen manche werthvolle Aufschlüsse besitzen.

Auf diese Lücke in unserer Kenntniss einer so eminent wichtigen Eigenschaft des Holzes wurde ich aufmerksam, als ich das Veilchenholz untersuchte (Dingler's Journal 1876). Ich fand für dasselbe die überraschend hohe Dichte von 1·578. Ich fühlte mich daher veranlasst, die in der Literatur angeführten Zahlen für die Dichte der schwersten Hölzer einer Revision zu unterziehen, und keine erreichte die Dichte des Veilchenholzes, obwohl dieses augenscheinlich bedeutend leichter ist als z. B. Guajakholz, dessen Dichte Th. Hartig mit 1·393 bestimmte, oder schwarzes Ebenholz mit der Dichte 1·246 nach Duhamel, 1·187 nach Karmarsch.

Ich untersuchte daher einige der dichtesten Hölzer nach meiner Methode und fand ohne Ausnahme bedeutend höhere Zahlen, als bisher für dieselben angegeben wurden. Der Grund davon lag offenbar in der Verschiedenheit der Methode, und es galt zu entscheiden, welche die richtige sei. Ich hatte das Holz vorher bei 110^0 getrocknet und evacuirt, während die meisten Autoren ohne weiteres das lufttrockene Holz auf die Wage brachten, wie aus dem Umstande geschlossen werden darf, dass dieselben von jenen Vorsichtsmassregeln keine Erwähnung machen. Das lufttrockene Holz enthält eine wechselnde Menge Wassers. Man möge die Dichtenbestimmung aus dem Volumen des Holzes oder aus dem Gewichte des verdrängten Wassers berechnen, immer muss man ein fehlerhaftes Resultat erhalten, weil man ein zu grosses Volum (Holz + Wasser) in die Rechnung einführt. Die Zahl wird nothwendig zu klein ausfallen müssen, weil das Wasser mit der Dichte der Holzsubstanz berechnet wird, während seine Dichte = 1, also immer kleiner ist als die Dichte der Holzsubstanz.

Ebenso bedarf es keiner weiteren Beweisführung, dass durch die in dem Holze enthaltene Luft das Volumen vermehrt wird, dass demnach die Bestimmung der Dichte an nicht evacuirtem Holze absolut werthlos ist. Es ist ja bekannt, dass man auch bei Bestimmung der Dichte poröser Mineralien die Luft vorher auspumpt.

[1]) Wir bringen vorläufig den Plan der im Gange befindlichen Untersuchung. v. Seckendorff.

Es frägt sich nur, ob man berechtigt ist bei Bestimmung der Dichte des Holzes Wasser und Luft zu eliminiren, ob eine bestimmte Capacität für Wasser und Luft den Hölzern nicht eigenthümlich ist, ob nicht gerade die verschiedene Hygroscopicität und der von anatomischen Verhältnissen abhängige Luftgehalt der Hölzer ihnen eine für die Praxis bedeutungsvolle Eigenschaft verleiht, mit anderen Worten: für den Praktiker ist es gleichgiltig, ob die Dichte des Holzes wirklich der Ausdruck der realen Dichte der Holzsubstanz ist, oder dieser, modificirt durch die Wassermenge und den Luftgehalt des Holzes unter den Verhältnissen, wie es gewöhnlich zur Verwendung kommt, ja vielleicht interessirt ihn gerade nur diese, weil er mit ausgepumptem und bei 110° getrocknetem Holze nichts zu thun hat.

Berücksichtigt man aber, dass der jeweilige Wassergehalt des Holzes abhängig ist von der Temperatur und von dem im höchsten Grade wechselnden Wassergehalte der Luft, dass ferner der Luftgehalt des Holzes von Momenten abhängt, die sich einer Beurtheilung in der Praxis gänzlich entziehen, so wird man nicht anstehen, eine Methode der Bestimmung der Dichte zu verwerfen, welche auf die Variabilität der genannten Grössen keine Rücksicht nimmt, demnach Resultate zu Tage fördert, die unter einander nicht verglichen werden können. Wird andererseits bloss die wissenschaftlich allein richtige Dichte angegeben, wie sie sich nach der von mir angegebenen Methode ergibt, so können die Werthe möglicherweise für das praktische Bedürfniss unbrauchbar sein.

In diesem Widerstreite zwischen dem Gebote der Wissenschaft und den gewiss berechtigten Forderungen der Praxis, gibt es meines Erachtens nur eine Lösung: Die gründliche Erforschung aller Bedingungen, welche auf die Dichte des Holzes von Einfluss sind. Man hat demnach:

1. Die Dichte des von Wasser und Luft befreiten Holzes zu bestimmen.

2. Wenn sich herausstellen sollte, dass die Hygroscopicität der Hölzer verschieden ist, und es ist dies fast zweifellos, so muss ihre Capacität für Wasser bei jeder Temperatur und bei verschiedenen Sättigungsgraden der Luft mit Wasserdampf angegeben werden.

3. Es fehlt jeder Anhaltspunkt, um sagen zu können, ob auch der Luftgehalt der Hölzer constant ist. Wenn man von der bei 1 gefundenen Dichte des wasserfreien und evacuirten Holzes den vom Wasser- und Luftgehalt unter gewöhnlichen Verhältnissen abhängigen Antheil der Dichte abrechnet, muss man eine Zahl erhalten, die nahe übereinstimmt mit der Dichte im bisher üblichen Sinne.

4. Der anatomische Bau ist ein wichtiger Factor für die Dichte des Holzes. Je mehr geformte Bestandtheile in der Raumeinheit enthalten sind, desto dichter wird das Holz unter sonst gleichen Umständen sein. Es ist also für die Beurtheilung der Dichte eines Holzes nothwendig, zu wissen und durch Zahlen auszudrücken, wie sich in der Raumeinheit eines bestimmten Holzes die Substanz zu den Hohlräumen verhält. Man kann dann ein theoretisches Holz construiren, welches gar keine Lumina enthält, man kann die Dichte des theoretischen Holzes berechnen und durch Vergleich mit natürlichem Holze finden, in welcher Beziehung die Dichte desselben zum Gefüge steht.

Eine directe Ausmittelung des Verhältnisses zwischen Substanz und Lumen ist nicht ausführbar, weil man die in der Raumeinheit enthaltenen Zellen nicht sämmtlich isoliren noch das Volum ihrer Substanz bestimmen kann. Durch folgende Methode darf man wohl hoffen, der Wahrheit sehr nahe zu kommen:

Ich stelle die auf einer Fläche von bekannter Grösse enthaltenen Zellen von möglichst gleichem Querschnitt und gleicher Verdickung in Gruppen zusammen (an einem vollkom-

menen Querschnitte befinden sich Zellen aller Art und in jeder Höhe durchschnitten). Ich messe die Verdickung bei starker Vergrösserung und berechne für jede Gruppe abgesondert die in der Fläche enthaltene Substanz, indem ich die Zellformen auf die entsprechenden einfacheren planimetrischen Figuren zurückführe. Die Summe der Substanzflächen von der Gesammtfläche abgezogen, gibt die Zahl für die Fläche der Lumina.

Wiederholt man das Verfahren an verschiedenen Stellen des Querschnittes und an Querschnitten in verschiedener Höhe, so lassen sich wohl Mittelwerthe finden, die mit hinreichender Genauigkeit das Verhältniss zwischen Lumen und Substanz in der Fläche und zugleich im Raume angeben.

Für das Volumen, welches aus der eigenartigen Verbindung der Zellen resultirt, habe ich bereits die Dichte und das absolute Gewicht bestimmt. Führe ich nun in die Formel

$$d = \frac{v}{g}$$

für v das Volumen des theoretischen Holzes ein, welches ohne Lumina gedacht wird, so erhalte ich die Dichte der Holzsubstanz sensu stricto. Es wäre ganz wohl denkbar, dass diese bei allen Hölzern gleich sei und sie wäre es, wenn die Holzsubstanz ein chemisches Individuum wäre. Da sie es aber nicht ist, so werden wir für dieselbe verschiedene Dichten finden, und wir müssen zu erfahren suchen wie

5. die chemische Zusammensetzung der Holzsubstanz die Dichte der Hölzer beeinflusst.

Ein Moment von hervorragender Bedeutung ist ohne Frage die Menge unverbrennbarer Bestandtheile. Die percentuale Aschenmenge der Hölzer wurde schon sehr oft bestimmt, aber ich glaube nicht, dass die gewonnenen Resultate für unsere Zwecke verwendbar sind.

Abgesehen davon, dass das Gewicht der Asche meist auf das Gewicht des Holzes im lufttrockenen Zustande bezogen wurde, wo es also eine unbestimmte und wechselnde Wassermenge enthält, so fehlt auch jeder Anhaltspunkt für die Aschenmenge in der Raumeinheit und ein Rückschluss auf die Beziehung der Aschenmenge zur Dichte ist nicht möglich. Wenn man von dem Gewichte der Luft absieht, und es wird dies wohl gestattet sein, dann hat das bei 110^0 getrocknete Holz dasselbe absolute Gewicht wie unser ideales Holz, da ja die Lumina nichts wiegen. Man hat daher nichts anderes zu thun als eine gewogene Menge des getrockneten Holzes zu veraschen; denn da wir die Dichte der Holzsubstanz selbst kennen, so erfahren wir nicht allein die percentuale Aschenmenge, sondern auch die Beziehungen dieser zur Dichte. Es ist durchaus nicht sicher gestellt, welchen Antheil die Menge unverbrennlicher Bestandtheile an der Dichte des Holzes nimmt, und es dürfte sich vielleicht ergeben, dass Hölzer mit weitlichtigen, dünnwandigen Zellen ihrem hohen Aschengehalte eine relativ hohe Dichte verdanken, während andererseits die mit dem anatomischen Bau auffallend contrastirende Dichte, in der geringen Menge verbrennbarer Bestandtheile ihre Erklärung finden kann.

Schwieriger ist die Frage zu beantworten, wie die organischen Veränderungen der Holzsubstanz, welche sie im Laufe ihrer Entwickelung aus Cellulose erfährt, auf die Dichte von Einfluss sind. Während wir die anorganischen Einschlüsse exact bestimmen können, sind wir ausser Stande die Holzsubstanz so vollkommen zu extrahiren, dass wir sagen könnten, wir erhalten von den verschiedenartigsten Hölzern denselben Rückstand, etwa Lignin oder reinen Zellstoff. Ja noch mehr. Wir könnten auf die chemische Reinheit des Rückstandes verzichten, wüssten wir nur, dass alle Hölzer im gleichen Verhältnisse zu ihrer Masse Extractivstoffe an die Lösungsmittel abgegeben hätten. Aber auch das ist nicht

wahrscheinlich. Selbst wenn wir alle Hölzer in gleicher Weise und mit denselben Mitteln extrahiren, so wird doch der verschiedenartige Bau eine gleich energische Einwirkung der Lösungsmittel unmöglich machen. Durch starke Zerkleinerung des Materiales könnte vielleicht dieser Fehler auf ein Minimum reducirt werden; aber wir können von diesem Mittel nur in beschränktem Masse Gebrauch machen, weil die Extraction mit mehreren Lösungsmitteln: Wasser, Alkohol, Aether, Schwefelkohlenstoff versucht werden muss, und bei Verwendung fein geraspelten Holzes ein Verlust an Materiale kaum vermieden werden könnte. Das Material muss aber intact erhalten bleiben, weil man vorzüglich aus der Gewichtsdifferenz auf die Menge der extrahirten Substanzen wird schliessen müssen, und weil es noch für eine directe Dichtenbestimmung verwendet werden soll.

Aus diesen Betrachtungen geht hervor, dass man sich wird zufrieden geben müssen, wenn man überhaupt wird constatiren können, dass organische Veränderungen der Holzsubstanz auf die Dichte des Holzes von Einfluss sind. Und ich glaube, dass auch damit viel gewonnen ist. Wer sich mit der Anatomie des Holzes eingehend beschäftigt hat, wird bestätigen, dass nicht immer die dichtesten Hölzer diejenigen sind, welche die meiste Holzsubstanz in der Raumeinheit enthalten.

Aus den vorangegangenen Versuchen wird man erfahren haben, welchen Antheil der Wasser- und Luftgehalt, der anatomische Bau, die Aschenmenge an dem Zustandekommen des zusammengesetzten Begriffes „Dichte" haben. Durch Construction des theoretischen Holzes macht man alle Hölzer einander ähnlich, sie bestehen alle aus wasserfreier Holzsubstanz ohne Lumen. Ihre Dichte ist noch immer verschieden. Wir haben erfahren, dass sie ungleiche Mengen unverbrennbarer Bestandtheile enthalten. Ist das der einzige Grund für ihre verschiedene Dichte?

Wenn man auf verschiedenartige Hölzer dieselben Lösungsmittel in übereinstimmender Weise wirken lässt, zeigt sich dennoch eine ungleiche Menge extrahirbarer Substanzen. Daraus darf wohl geschlossen werden, dass diese die Dichte der Hölzer mitbedingen.

Bestimmt man die Dichte der so extrahirten Hölzer, so müssen sich nahezu gleiche Werthe ergeben, wenn man die auf die Volumseinheit des theoretischen Holzes entfallende (für jede Art verschiedene) Aschenmenge abrechnet und wenn die Extraction vollkommen gelungen ist.

Ich habe schon bemerkt, dass dieses Resultat kaum zu erreichen sein wird. Aber schon wenn man demselben nahe kommt, wird es beweisen, dass der Gedankengang richtig ist. Denn wer kann bezweifeln, dass die Grundsubstanz aller Hölzer ein chemisches Individuum ist mit unwandelbaren Eigenschaften? Indem es zum Organe wird, verändert es seine Eigenschaften und unsere Aufgabe war es, den Gang dieser Veränderungen zu studieren, sofern sie auf die Dichte von Einfluss sein können. Wir haben die Factoren der Dichte kennen gelernt und, indem wir sie der Reihe nach eliminirten, ein Urtheil über die Bedeutung jedes einzelnen Factors gewonnen.

Die Resultate dieser Untersuchungen sollen weiterhin dazu benützt werden, auch die anderen technischen Eigenschaften der Hölzer wissenschaftlich zu begründen.

Druck von Adolf Holzhausen in Wien
k. k. Universitäts-Buchdruckerei.

MITTHEILUNGEN

AUS DEM

FORSTLICHEN VERSUCHSWESEN

OESTERREICHS.

HERAUSGEGEBEN

VON

DR. A. VON SECKENDORFF

K. K. O. Ö. PROF., REGIERUNGSRATH UND LEITER DES FORSTLICHEN VERSUCHSWESENS.

II. HEFT.

MIT 4 TAFELN.

WIEN, 1878.

WILHELM BRAUMÜLLER

K. K. HOF- UND UNIVERSITÄTSBUCHHÄNDLER.

Entwurf eines Programmes für forstlich-meteorologische Beobachtungen in Oesterreich.

Von

Dr. J. R. Lorenz Ritter von Liburnau,

k. k. Ministerialrath.

Seit einem Jahre haben Land- und Forstwirthe, insbesondere aber die Letzteren, in Deutschland und Oesterreich mit grösserer Entschiedenheit als bisher ihre Aufmerksamkeit den klimatologischen Fragen und Forschungen zugewendet.

Auf dem internationalen statistischen Congresse zu Budapest im September vorigen Jahres bildete die *„Météorologie agricole“* einen der eingehendst behandelten Punkte; gleichzeitig war die Frage des klimatischen Einflusses der Wälder auf der Tagesordnung des Congresses der deutschen Forstwirthe in Eisenach. Der österreichische Forst-Congress, welcher im Frühjahre 1877 in Wien tagte, beschäftigte sich mit der forstklimatischen Frage länger und eingehender als mit jedem anderen Programmspunkte, und selbst jene Forstwirthe, welche für die weitestgehende Schonung der Wälder unter Hinweis auf deren klimatische Bedeutung eintraten, betonten doch die Nothwendigkeit weiterer exacter Forschungen über diesen Gegenstand.

Der internationale Meteorologen-Congress, welcher im kommenden September zu Rom tagen soll, hat auf Veranlassung des Verfassers auf seinem Programm auch die Frage: „Wie kann der Congress die Entwicklung der land- und forstwirthschaftlichen Meteorologie fördern?“

Es liegt daher sehr nahe, dass das forstliche Versuchswesen Oesterreichs durch ein System meteorologischer oder klimatologischer Beobachtungen ergänzt werde.

Aufgefordert von Sr. Excellenz dem Herrn Ackerbauminister,[1]) ein Programm für ein solches Beobachtungssystem zu entwerfen, gebe ich nun hier in Kurzem meine Auffassung dieses Gegenstandes und bezeichne die Einrichtungen, deren Nothwendigkeit ich aus jener Auffassung folgern zu müssen glaube.

Vor Allem erscheint eine genauere Begrenzung der Aufgaben erforderlich.

[1]) Herr Ministerialrath Dr. Lorenz Ritter von Liburnau wurde seither im Sinne des §. 5 des Statutes für das forstliche Versuchswesen in Oesterreich vom Ackerbauministerium mit der wissenschaftlichen Leitung des meteorologischen Versuchszweiges betraut. v. Seckendorff.

Da muss denn zunächst betont werden, dass man der Meteorologie nicht Dinge zumuthen solle, die ausserhalb ihrer Competenz liegen. Nicht selten geschieht es, wenn man im Kreise von Praktikern von der Nothwendigkeit eingehenderer Studien über Wald und Klima spricht, dass erwidert wird: „Was wollen Sie da erst noch studiren? Sehen Sie sich die Torrenti und ihre Schuttbetten in Südtirol an — diese sind Beweis genug, dass der Wald den grössten Einfluss auf die Wohlfahrt des Landes hat". Das sei unbestritten! — aber es muss nur bemerkt werden, dass hiemit das Klima nichts zu schaffen hat und dass die wichtige Frage von der Wasserabfuhr und vom Verhalten des Bodens zu derselben, worauf es bei den Torrenti ankommt, Sache der Bodenkunde und der Hydrologie ist. Aehnliche Verwechslungen kommen vor bezüglich des Quellenreichthums, der Bodenverschlechterung u. s. w. — lauter hochwichtige, aber nicht klimatologische Fragen. Theilen wir also die Arbeit, damit sie besser ausfalle, und bleiben wir hier bei der Meteorologie! Auch innerhalb dieses Wissensgebietes unterscheidet man wieder mehrere Capitel, welche den Bodenproducenten interessiren und eifrig verfolgt zu werden verdienen; der Verfasser glaubt einen Beitrag zur Uebersicht dieser verschiedenen agrar-meteorologischen Fragen in seiner Brochure: „Die Bedeutung und Vertretung der land- und forstwirthschaftlichen Meteorologie, Wien 1877" geliefert zu haben und möchte, um Wiederholungen zu vermeiden, hier nur kurz darauf verweisen. Der Leser wird daraus ersehen, dass selbst dasjenige, was den Bodenproducenten, oder sagen wir hier nur den Forstmann, aus dem ganzen meteorologischen Gebiete interessiren muss, noch zu umfassend ist, um mit einem einzigen Beobachtungssystem erledigt zu werden. Die ganze grosse Gruppe von Fragen, welche in der Hauptfrage gipfeln: „wie sich das Klima zum Wachsthum jeder einzelnen Baumgattung in den verschiedenen Altersstufen, dann zur Nutzbarkeit des erwachsenen Holzes verhalte," hat einen durchaus andern Charakter als die Frage nach dem „Klima des Waldes im Vergleiche zu jenem des Freilandes" und diese ist wieder eine andere als diejenige von der „Wechselbeziehung zwischen Wald und Freiland". Hier soll nur von den beiden letzteren Fragegruppen gehandelt werden, und zwar rührt diese Beschränkung nicht von Geringschätzung anderer Fragen, sondern im Gegentheil von höchster Werthschätzung derselben her, indem sie mir viel zu wichtig erscheinen, um nicht durch eigene Specialisten behandelt zu werden.

Nur unter dieser beschränkenden Voraussetzung gehe ich nun an die Darlegung meines Programmes.

1. Sonderung und Wahl der Aufgaben.

Wenn ein System von Beobachtungen über die Beziehungen zwischen Wald und Klima nicht überflüssige oder doch weniger zeitgemässe Einrichtungen umfassen, oder nur nochmals schon anderwärts angestellte Beobachtungsreihen wiederholen soll, ist es nothwendig, jene Fragen, welche bereits ganz oder theilweise gelöst sind, von den noch ungelösten zu sondern.

Mit hinreichender Genauigkeit sind für die Verhältnisse des westlichen Mitteleuropa, als dessen östlichster Rand allenfalls der Wienerwald betrachtet werden kann, fast alle jene Fragen, welche sich auf das Klima im Walde beziehen, behandelt worden; es gehören hieher die Fragen über die Temperatur des Waldbodens, der Bäume (wenigstens nach Jahreszeiten), der Luft im Walde bis innerhalb der Kronen, dann über die relative Luftfeuchtigkeit und die Verdampfung im Walde, über die Niederschlagsmenge, welche auf den Boden des Waldes gelangt und über jene Wassermenge, welche als Antheil der atmosphärischen Niederschläge in den Boden des Waldes bis zu verschiedenen Tiefen eindringt.

Insbesondere die Arbeiten von Ebermayer haben, obgleich die bisher veröffentlichten Resultate nur auf Beobachtungen von einem oder von wenigen Jahren beruhen, über diese Fragen so viel Licht verbreitet, und die gegenwärtig bestehenden forstlich-meteorologischen Stationen des Deutschen Reiches fahren der Hauptsache nach in diesem Beobachtungssysteme fort, [1]) so dass die Verfolgung derselben Fragen auch noch von anderer Seite wenigstens nicht mehr zu den dringlichsten Aufgaben der Forschung gehört. Es ist zwar selbstverständlich, dass man bei der Wiederholung solcher Beobachtungen und bei ihrer Ausdehnung auf eine längere Reihe von Jahren etwas andere Ziffern finden wird, als die kurzjährigen von Ebermayer; aber es ist nicht anzunehmen, dass sich wesentlich andere Gesetze aus den Resultaten weiterer Beobachtungen innerhalb des westlichen Mitteleuropa ergeben werden.

Ein forstlich-meteorologisches Beobachtungssystem in Oesterreich kann daher nicht in erster Linie die Wiederholung der Ebermayer'schen oder ähnlicher in Deutschland angestellter Beobachtungsreihen zur Aufgabe haben; da es aber bei exacten Forschungen jedenfalls von Werth ist, eine grössere Menge von Controlbeobachtungen zu besitzen, so wird es immerhin nützlich sein, wenn wenigstens nebenher auch an passend gelegenen Stationen Oesterreichs Beobachtungen nach dem gleichen Systeme angestellt werden. Von grösserem Werthe insbesondere wäre die Ausdehnung solcher Beobachtungen auf die südlichen und südöstlichen Theile Oesterreichs, wo andere Bestandesarten, auch solche mit immergrünen Laubbäumen, unter einem wesentlich anderen Klima vorkommen und daher voraussichtlich manche eigenthümliche Resultate zu Tage treten würden.

Weniger genügend oder nur theilweise sind die folgenden Fragen beantwortet:

Bis zu welchem Grade wird die Baumtemperatur durch nichtperiodische Einflüsse, z. B. durch die Temperatur des jeweilig gefallenen Regens, geändert?

Regnet es über dem Walde häufiger oder mehr als über dem Freilande und unter welchen Umständen? (z. B. rasche Wiederverdampfung aus den erwärmten Baumkronen bei abgekühlter Luft im Sommer).

Kann im Walde selbst Regen entstehen, etwa durch niedrigere Temperatur der Bäume im Frühling und Frühsommer, wenn stark wasserhältige Luftströmungen mit diesen Kältequellen in Berührung kommen?

Welche Wassermenge wird im Waldboden unter verschiedenen Umständen zurückgehalten und wann und wie wieder abgegeben?

Wenn an die Stelle des Waldes andere Culturen treten, wie verhält sich deren klimatische Wirkung in verschiedenen Stadien des Wachsthums und in verschiedenen Jahreszeiten zu jener des Waldes?

Als noch ganz und gar fraglich muss beinahe Alles bezeichnet werden, was den Einfluss des Waldes auf das Klima seiner näheren und weiteren Umgebung zum Gegenstande hat; denn die meisten der bisherigen Beobachtungen konnten im besten Falle constatiren, wie sich die klimatischen Verhältnisse des Waldes selbst von denjenigen des freien Landes überhaupt unterscheiden, sehr wenig aber ist in exacter Weise über die ursächlichen Wechselbeziehungen zwischen dem Wald und dem Klima des näheren oder entfernteren Freilandes beobachtet und veröffentlicht worden. Da nun eine Wechselbeziehung zwischen Wald und dessen Umgebung nur durch Luftströmungen, die vom Walde herkommen

[1]) Vergl. Jahresbericht über die Beobachtungsergebnisse der im Königreiche Preussen und in den Reichslanden eingerichteten forstmeteorologischen Stationen. Von Dr. Müttrich. I. Jahrgang, 1875.

oder über demselben aufsteigen, vermittelt werden kann und ohne solche Vermittelung, wie Jedermann weiss, dicht am schattigsten feuchtesten Walde dürre trockenrissige Wege und Felder tagelang, ja wochenlang verbleiben können, präcisirt sich die Aufgabe noch genauer dahin: dass die Luftschichten und Luftströmungen auf ihre Rolle als Träger der Wechselwirkung zwischen Wald und Freiland genauer untersucht werden müssen.

Zur Beantwortung dieser ebenso strittigen als wichtigen Frage, welche sich in eine grosse Anzahl untergeordneter Probleme theilt, gibt es hauptsächlich zweierlei Methoden, welche nebeneinander zur Anwendung kommen müssen:

Erstens: die statistische Methode, welche aus einer möglichst grossen Anzahl von Beobachtungsdaten passend gelegener Stationen in derselben Weise, wie dies in der Klimatologie überhaupt üblich ist, constatiren würde, ob und wieferne thatsächlich solche Stationen, die in gewissen Entfernungen von grösseren oder kleineren Waldcomplexen sich befinden, andere klimatische Werthe aufweisen als jene, welche unter sonst gleichen Umständen weit entfernt von jedem Waldcomplexe liegen?

Zweitens: Die physikalisch-experimentelle Methode, welche zur Erforschung der Erklärungsgründe für die vermutheten oder auch bereits constatirten Wirkungen des Waldes auf das Klima seiner Umgebung bestimmte geeignete Fälle aufsucht oder herbeiführt, den Gang der Erscheinungen beobachtet, welche sich unter den so ausgewählten Verhältnissen zeigen, und aus den beobachteten Daten Schlüsse auf den ursächlichen Zusammenhang der hier wirkenden Kräfte und Erscheinungen zieht.

Keine der beiden Methoden kann für sich allein zu dem gewünschten Ziele führen; denn die statistische Methode gibt die Thatsachen ohne ausreichende Erklärung, die physikalisch-experimentelle Methode hingegen bedarf zur Ergänzung und Bekräftigung dessen, was sie gefunden zu haben glaubt, möglichst zahlreicher Bestätigungen an concreten Stationen.

Es soll nun hier in Kurzem angedeutet werden, in welcher Weise jede der beiden genannten Methoden bei uns zweckmässig in Anwendung zu kommen hätte.

2. Anwendung der statistischen Methode.

Die Aufgabe derselben bestände darin: die Temperaturs-, Feuchtigkeits- und Niederschlagsverhältnisse an je mehreren Punkten, die in verschiedenen Entfernungen und nach verschiedenen Richtungen von grösseren oder kleineren Waldungen mit verschiedener Bestandesart gelegen sind, untereinander zu vergleichen, wobei in den Aufzeichnungen auch die jedesmalige Windrichtung und Windstärke (ob von dem Walde zur Station her wehend oder nicht?), dann auf die Einschaltung von einzelnen Regenmessern selbst noch zwischen den eigentlichen Stationspunkten Bedacht zu nehmen wäre.

Da in Oesterreich bereits an nahezu 300 Stationen seit längerer oder kürzerer Zeit Beobachtungen angestellt werden, liegt es am nächsten, die schon vorhandenen Stationen vom Standpunkte der hier vorliegenden Fragen aus zu beurtheilen, um jene herauszufinden, deren gegenseitige Lage den oben gestellten Anforderungen entspricht und deren bisherige Aufzeichnungen im Sinne unserer Fragen verwendet werden könnten. Von den vorhandenen Stationen waren im Jahre 1876 202 in directer Verbindung mit der k. k. Central-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus und lieferten dorthin ihre Aufzeichnungen ab, welche in den Jahrbüchern der genannten Centralanstalt ihre Verwerthung finden. Andere Stationen sind auf Anregung der land- und forstwirthschaftlichen Gesellschaften und Vereine oder sonstiger

Corporationen in einigen Kronländern (wie insbesondere in Böhmen, Steiermark und der Bukowina) entstanden; [1]) wieder andere sind vom Kriegsministerium, so bei Militärspitälern und an andern für die Kriegsverwaltung interessanten Punkten errichtet; noch andere sind von Eisenbahnverwaltungen an verschiedenen Bahnstationen in Gang gesetzt [2]) und endlich gibt es Stationen von Privaten, insbesondere von Grossgrundbesitzern, im letzteren Falle in Forsthäusern oder Maierhöfen, wovon man oft nur in engeren Kreisen Kenntniss hat.

Es wäre daher eine der wichtigsten Aufgaben, sich eine möglichst vollständige Uebersicht über alle diese Beobachtungsstationen und über die meteorologischen Elemente, welche daselbst beobachtet werden, dann über die Anzahl von Jahren, seit denen die Beobachtungen laufen und selbstverständlich auch über den Werth und die Verlässlichkeit der daselbst gewonnenen Aufzeichnungen zu verschaffen. Um zu ermessen, von welchen dieser Stationen die Daten für unsere speciellen Fragen verwerthet werden können, müsste zunächst eine Reihe von Orientirungsfragen beantwortet werden, welche auf dem geeigneten Wege an die Stationsbeobachter zu leiten wären.

Vorausgesetzt, dass die geographische Position und die Seehöhe der Stationen bekannt sei, was insbesondere von allen mit der k. k. meteorologischen Centralanstalt in Verbindung stehenden Stationen gilt, [3]) wären die zu beantwortenden Fragen hauptsächlich die folgenden:

1. Wie ist das Terrain gestaltet, auf welchem unmittelbar die Station selbst steht (Ebene, Hügel, Vertiefung u. s. w.)?

2. Wie verhält sich die Lage und Elevation des Stationsgebäudes und speciell des Aufstellungspunktes der Instrumente gegen andere Gebäude der Umgebung?

Ist ersteres freistehend oder nach einer oder nach beiden Seiten angebaut, liegen andere Gebäude etc. gegenüber, überhöht der Aufstellungspunkt andere gegenüberliegende Objecte oder ist er von ihnen überhöht?

3. Wie ist das Terrain der Umgebung, dessen Vegetationsdecke, Cultur und Besiedlung etwa bis 4 Kilometer im Radius, beschaffen, wobei insbesondere auf die Anwesenheit oder Abwesenheit von Wald, Wiesen, Feldern, oder anderseits von kahlen Flächen, dann von Wasser, Sümpfen u. s. w. Rücksicht zu nehmen und bei Wäldern, Wasserausbreitungen und Sümpfen auch die Natur derselben, ihre Grösse, bei Wäldern noch speciell die herrschende Holzart und das beiläufige Alter des gegenwärtigen Bestandes anzugeben ist.

Ein grosser Theil dieser Daten liesse sich zwar aus den Katastralmappen oder aus den sogenannten „Sectionsblättern der Militäraufnahme" im Massstabe von 1:25·000 (früher 1:28·000)

[1]) So hat die hydrographische Commission des böhmischen Landesausschusses bei einer Jahresdotation von 3000 fl. (aus Landesmitteln) nebst Pegelstationen auch Regenstationen errichtet (65 solche waren im Jahre 1876 thätig, noch ausser jenen der Central-Anstalt), deren Daten monatlich von der Gesellschaft der Wissenschaften in Prag vollinhaltlich publicirt werden. Der rührige Landescultur-Verein in der Bukowina hat eine stets im Wachsen begriffene Anzahl von meteorologischen Beobachtern gewonnen und veröffentlicht die Resultate im dortigen landw. Fachblatte; ähnlich ist es in Steiermark. Durch den Docenten der Standortslehre an der Hochschule für Bodencultur, Herrn Dr. Breitenlohner, wurde eine Anzahl von Forstorganen zu regelmässigen Beobachtungen angeregt, deren Aufzeichnungen im „Centralblatt für das gesammte Forstwesen" fortlaufend publicirt werden.

[2]) Insbesondere die Direction der Westbahn hat solche Stationen, die sämmtlich jeden Morgen an das Central-Bureau dieser Bahn nach Wien telegraphisch berichten müssen; es sind deren jetzt zusammen 90, an denen auch der Regen gemessen wird.

[3]) Vergl. Jahrbuch der k. k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus von Karl Jelinek und Ferdinand Osnaghi. Neue Folge, XI. B. Jahrgang 1874, wo sich auch eine Uebersichtskarte mit den geographischen Positionen aller Stationen befindet.

entnehmen und es wird dieses Hilfsmittel bei der schliesslichen Beurtheilung der Stationen auch in Anwendung zu kommen haben; da aber hie und da Culturänderungen in den Katastralmappen nicht verzeichnet sind und überhaupt die lebendige Schilderung des mit der Gegend vertrauten Beobachters nicht völlig durch kartographische Darstellung ersetzt werden kann, muss immerhin auf der Beantwortung auch dieser Fragen bestanden werden.

4. Wie und nach welcher Weltgegend sind die Instrumente aufgestellt, seit welcher Zeit befinden sie sich in dieser Stellung und wie war eventuell ihre Stellung in früherer Zeit? Insbesondere aber: Welche Objecte, die auf das Verhalten der meteorologischen Elemente Einfluss nehmen können, befinden sich gegenüber den Instrumenten bis zur Entfernung von 4 Km.?

5. Welche Aenderungen sind innerhalb einer noch sicher bekannten Zeit mit den Waldungen, an den sonstigen Culturen von grösserer Ausdehnung, an den Wasserausbreitungen, Sümpfen oder Mooren der Umgebung (4 Km. im Radius) vorgenommen worden?

6. Welche Aenderungen in Beziehung auf Klima, Quellen, sonstige Gewässer oder betreffs der Vegetation werden als Folgen der unter 5 erwähnten Cultur-Aenderungen (wie z. B. Entwaldung, Aufforstung oder Wiederbewaldung) behauptet und welche Ansicht hat der Beobachter über solche Behauptungen gewonnen?

Das Studium der Antworten auf diese Fragen wird, in Verbindung mit einer allgemeinen Beurtheilung der verschiedenen Gebietstheile der Monarchie vom physikalisch-geographischen Standpunkt aus, jedenfalls dahin führen, dass man eine Anzahl bereits bestehender Stationen für besonders geeignet zu den in Rede stehenden Zwecken halten wird. Diese Stationen wären aber dann erst noch von einem vollständig informirten Fachmann persönlich aufzusuchen, um das Urtheil über die Rolle derselben für die beabsichtigten Untersuchungen festzustellen. Erst wenn dies geschehen, erscheint es angezeigt, die bereits vorliegenden Original-Aufzeichnungen solcher Stationen nach jenen Gesichtspunkten zu prüfen und zu verwerthen, welche hier massgebend sind und nach denen die Prüfung und Verwerthung bisher nicht erfolgt ist. An manchen der so ausgewählten Stationen wird zwar die Lage, nicht aber die Ausrüstung als zweckentsprechend gefunden werden, so dass man von den bisherigen Aufzeichnungen keinen Gebrauch machen kann, jedoch wünschen muss, einen solchen Gebrauch in Zukunft machen zu können. In solchen Fällen wäre die Ausrüstung entsprechend zu ergänzen und, wo es zweckmässig erscheint, eine kleinere oder grössere Anzahl von Vergleichungs- oder Zwischenstationen mit den schon vorhandenen in Verbindung zu bringen. So z. B. gibt es in der Bukowina am Rande grosser Waldcomplexe, gegenüber dem grösstentheils kahlen Dnjester-Plateau, von welchem häufig sehr trockene Nordost-Winde herüberkommen, bereits mehrere Stationen in Forsthäusern; wenn man nun in der Verlängerung der angedeuteten Windrichtung in mehreren Abständen waldeinwärts Hilfsstationen mit den entsprechenden Instrumenten anlegte, so wären solche Stationen besonders geeignet, zur Entscheidung der Frage beizutragen: ob ein trockener Wind durch oder über einen Wald weggehend an Wassergehalt zunimmt, und wie sich diese Zunahme bei verschiedenen Temperaturen, Bestandesarten, zu verschiedenen Jahreszeiten u. s. w. verhält.

Diese Ergänzung gewisser schon vorhandener Stationen in angemessenen Lagen wird jedoch voraussichtlich noch nicht genügen, um die hinreichende Anzahl und Abwechslung von Punkten für die erforderlichen genauen Daten zu gewinnen; es werden daher auch völlig neue Stationen zu errichten sein. Wo und wie dies zu geschehen habe, hängt offenbar ab einerseits von den Fragen, welche durch unser Beobachtungssystem zu lösen sind, anderseits von den localen Verhältnissen.

Die Fragen sind bereits kurz bezeichnet. Es folgt aus denselben, dass es sich hauptsächlich darum handelt, nebst solchen Stationen, die sich tief im Inneren grösserer und kleinerer Waldcomplexe befinden, auch andere Waldstationen näher dem Rande, dann Freiland-Stationen in verschiedenen Entfernungen von denselben Waldcomplexen zu etabliren und überdies für eine Gruppe von Stationen, die unter dem Einflusse reichlichen Waldes stehen, eine parallele Gruppe anderer Stationen zu bilden, welche bei übrigens gleichen Umständen, also besonders bei gleicher Höhenlage und Bodenbeschaffenheit, dem Einfluss von Wäldern möglichst weit entrückt sind. Da die Beziehungen zwischen Wald und Klima nach den Höhenlagen verschiedene sein müssen, wird man die Stationen auch nach ihrer verschiedenen Elevation gruppiren müssen.

Die Alpen und Karpaten bieten Oertlichkeiten, welche den soeben angedeuteten Bedingungen in der Hochgebirgslage entsprechen; so z. B. wäre die Vergleichung des ca. 1600 Meter hohen Plateau des kahlen Tännengebirges mit dem nicht viel niedrigeren Plateau des ziemlich bewaldeten Höllengebirges eine sehr nahe liegende Aufgabe; der Böhmerwald, das Marsgebirge in Mähren, die grossen Waldungen des griechisch-orientalischen Religionsfondes in der Bukowina bieten angemessene Mittelgebirgslagen oder Berglagen dar; die von weitem Freiland umgebene Waldmasse um Zbirow, Pürglitz und Neustrašir in Böhmen gibt einen classischen Fall für die Mittellandslage; der zusammenhängende Complex der Idrianer und Ternowaner Waldungen in Krain und Görz ermöglicht uns Beobachtungen im noch bewaldeten Karstgebiete und über den Einfluss dieser Waldungen auf den benachbarten kahlen Karst; der Eichen-Staatsforst der k. k. Marine in Montona (Istrien) in einer ringsum waldlosen Gegend und der Castuaner Wald zeigen ähnliche Verhältnisse nur im kleineren Massstabe und in niedrigeren Lagen; der Kobernauser Wald repräsentirt eine Hügellage im westlichen, noch vorwiegend oceanischen Klima; verschiedene Waldcomplexe in Galizien bieten uns Hügelland und ebene Lagen unter dem Einflusse des weit trockeneren, mehr continentalen osteuropäischen Klimas.

Sehr wünschenswerth wäre es, wenn analoge Einrichtungen auch in Ungarn und Siebenbürgen getroffen würden, da hier die äusserste Trockenheit des Steppenklima's einerseits und am Randgebirge grosse Waldungen anderseits vorhanden sind, wie der Bakonyerwald im Westen, die Wälder in den Vorbergen der Karpaten nördlich und die Biharia (Siebenbürgisches Westgebirge) im Osten, so dass man Ungarn als das eigentlich classische Land für derartige Beobachtungen bezeichnen kann. Was in dieser Beziehung jenseits der Leitha geschehen soll, kann zwar nicht von hier aus bestimmt werden; aber die Anregung, welche durch uns unzweifelhaft erfolgen und hoffentlich jenseits der Leitha Anklang finden wird, kann gewiss nicht verwehrt sein, ebensowenig wie die Verwerthung der dort erzielten Daten durch Vergleichung mit den diesseitig erlangten, welche durch erstere gewiss sehr wichtige Ergänzungen erhalten würden. Es kann daher nur dringend empfohlen werden, dass ein Einvernehmen mit der Direction der k. ung. meteorologischen Central-Anstalt in Ofen behufs gemeinsamen fachlichen Vorgehens angebahnt werde.

Um innerhalb der oben angedeuteten, in verschiedenen Höhenlagen befindlichen Waldcomplexe die Auswahl bestimmter Stationsorte treffen zu können, wird man zunächst die eigene Landeskenntniss und Erfahrung, dann die Generalstabskarten, die Landesbeschreibungen zu Rathe ziehen, wo möglich auch durch Correspondenz mit landes- und ortskundigen Fachmännern (wie Organe der Forstverwaltung, des Katasters, Beobachtern an den bisherigen

Stationen u. s. w.) Fingerzeige zu erlangen trachten und schliesslich durch Bereisung sich selbst die entscheidende eigene Anschauung verschaffen.

Einer der wesentlichen Umstände, welche die Wahl bestimmter Stationspunkte beeinflussen muss, ist die Verfügbarkeit geeigneter Beobachter. In dieser Beziehung muss auf das Eindringlichste vor einer Auffassung gewarnt werden, welche, weil sie sehr nahe liegt, sehr allgemein verbreitet ist: dass nämlich Beobachter am einfachsten durch die Beauftragung untergeordneter Dienstorgane, wie z. B. Förster, Wirthschafts-Verwalter, Bahnbeamte, Officiere und Unterofficiere bei militärischen Etablissements u. s. w. gewonnen werden können. Es ist zwar selbstverständlich, dass solche Personen oft weit und breit die einzigen sind, bei denen einige fachliche Bildung, Interesse und Verlässlichkeit vermuthet werden kann; aber diese Eigenschaften, welche, und zwar in hohem Grade, bei einem brauchbaren Beobachter vorhanden sein müssen, sind durchaus nicht selbstverständlich mit dergleichen Persönlichkeiten und Stellungen verbunden, und ein Auftrag von Oben ist keineswegs im Stande, jene Vereinigung von Eigenschaften zu erzielen, welche im Interesse exacter Resultate unentbehrlich ist.

Man hat hievon ein sehr drastisches Beispiel an den meteorologischen Beobachtungen auf unseren Seeschiffen. Seit mehr als zehn Jahren sind meteorologische Bordjournale auf den Kriegsschiffen eingeführt und bestimmte Terminbeobachtungen angeordnet; ebenso hat die Dampfschifffahrt-Gesellschaft des österr.-ungar. Lloyd eine Anzahl von Schiffen mit Instrumenten und Instructionen für meteorologische Beobachtungen versehen. Aber mit sehr wenig Ausnahmen, welche immer auf das persönliche Interesse einzelner Schiffsofficiere zurückzuführen sind, ist aus allen diesen befehlsweise getroffenen Verfügungen nichts Anderes hervorgegangen, als lückenhaftes, wenig verlässliches und jedenfalls nicht verwerthbares Materiale; und die hervorragendsten Vertreter des Seewesens haben bei diesbezüglichen Verhandlungen in Wien ihre Ueberzeugung ausgesprochen, dass bessere Resultate nur in jenen Fällen zu erzielen sein werden, wo Beobachter sich entweder freiwillig melden, oder auf gegebene Anregung ein selbstständig hervorragendes Interesse an der Sache bekunden und wo der mit den betreffenden Instructionen Ausgerüstete die Verantwortung für die Richtigkeit der Beobachtungsreihen übernimmt, welche unter seiner Namensfertigung eingesendet und unter seinem Namen veröffentlicht oder verwerthet werden.

Nur das persönliche wissenschaftliche Interesse und das Bewusstsein persönlicher Verantwortlichkeit vor der wissenschaftlichen Welt, nebenbei in manchen Fällen auch die Aussicht auf entsprechende Entlohnung, sind im Stande, jene Genauigkeit, Ausdauer, ja Opferfähigkeit hervorzurufen, ohne welche verwerthbare Daten nicht zu erlangen sind.

Auf unsere Angelegenheit angewendet folgt daraus, dass man durchaus nicht in jedem irgendwo postirten Wirtschaftsorgan, Forstbeamten, Postencommandanten u. s. w. einen sicheren und überdies unentgeltlichen Beobachter zu erblicken hat, wenn nicht der Werth des ganzen Beobachtungssystemes in Frage gestellt werden soll. Es ist viel besser, eine geringere Zahl von Stationen zu haben und dieselben auf jene Orte zu beschränken, an denen nicht nur mit den erforderlichen Kenntnissen, sondern auch mit wirklichem Berufe und Interesse ausgerüstete Männer sich vorfinden, als wenn man ein Netz von zahlreicheren Stationen ohne Garantien für den factischen (nicht officiellen) Werth der Beobachter im Ordonnanzwege schaffen wollte. Auch die Ertheilung von bestimmten Honoraren darf nicht gescheut werden, wenn die persönlichen Verhältnisse eines befähigten und willigen Mannes ihm nicht gestatten, ohne besondere

Vergütung einen wesentlichen Theil seiner Zeit und seiner Kräfte den Beobachtungen und Aufschreibungen zu widmen.

3. Anwendung der physikalisch-experimentellen Methode.

a) Rein meteorologische Untersuchungen.

Die Beobachtungen dieser Gruppe unterscheiden sich von denen der vorigen dadurch, dass sie nicht Tag für Tag zu bestimmten Stunden in derselben Weise anzustellen und zu registriren sind, sondern nur dann beginnen, wenn die Fälle, auf welche sie berechnet sind, eintreten und auch nur so lange dauern, als eben die betreffende Combination von Umständen besteht.

Die hauptsächlichsten Fragen, zu deren Lösung die Anwendung dieser Methode unerlässlich scheint, werden im Folgenden näher erörtert.

Da der Wald seine klimatischen Eigenthümlichkeiten, wie bereits oben gesagt, nur mittelst der von ihm ausgehenden oder mit ihm in Berührung gekommenen Luftströmungen theilweise auch auf die Nachbarschaft übertragen kann, ist es von fundamentaler Wichtigkeit, die vom Walde herkommenden Luftströmungen insbesondere bezüglich ihres Wassergehaltes und ihrer Temperatur zu untersuchen. Tritt nun beispielsweise der Fall ein, dass eine Luftströmung aus einem Wald herausweht in benachbartes Freiland, so ist es für unsere Specialfrage viel wichtiger, die Temperatur und den Wassergehalt dieses Luftstromes in verschiedenen Abständen vom Boden und in verschiedener Entfernung vom Walde und zwar kurz nacheinander zu messen, als wenn jahrelang die täglich dreimaligen Terminbeobachtungen fortgesetzt werden, von denen die meisten den hier vorausgesetzten Fall gar nicht repräsentiren und die keineswegs so zahlreich angestellt werden können, wie es zur genauen Erforschung der Natur einer solchen Luftströmung erforderlich wäre.

Selbst nur 10 bis 20 mal im Jahre einen solchen Fall durch einige Stunden zu verschiedenen Tageszeiten zu beobachten, ist im Sinne der physikalischen Methode erspriesslicher und einem tüchtigen Beobachter auch leichter zuzumuthen, als wenn derselbe Mann durch eine lange Reihe von Jahren so rasch aufeinander folgende Terminbeobachtungen machen müsste, dass daraus die genaue Verfolgung solcher Fälle möglich wäre.

Derartige Veranstaltungen lassen sich besonders bei Anwendung von *Ballons captifs,* von denen noch weiter unten die Rede sein wird, und unter Beiziehung einer oder mehrerer Hilfskräfte, die gewiss in einzelnen Fällen, nicht aber das ganze Jahr hindurch, verfügbar sein können, mit grossem Vortheile treffen, und zwar nicht nur von einem Stationsbeobachter, sondern auch von einem Reisenden, der sich an einem geeigneten Orte zu jener Zeit aufhält, wo eben der vorausgesetzte Fall eintritt.

Eine besondere Beachtung werden im Bereich der hier vorliegenden Fragen auch jene Fälle finden müssen, wo eine specielle Luftcirculation zwischen dem Walde und dem benachbarten Lande unbehindert von der allgemeinen Luftströmung stattfindet. Nach der Theorie sollte bekanntlich während der Zeit einer wirksameren Insolation, also im Sommerhalbjahr und in den wärmeren Stunden bei heiterem Himmel, eine kühle Luftströmung aus dem Walde gegen das freie Land herauskommen, sich dann in einer noch fraglichen Entfernung

vom Walde mit dem sonstigen aufsteigenden Luftstrome erheben und nach der in grösserer Höhe erfolgten Abkühlung sollte ein Theil der aufgestiegenen Luft von oben her in den Wald zurückkehren, um jene Luft zu ersetzen, welche unten abströmt u. s. w. In heiteren Nächten, insbesondere in den ersten Stunden derselben, sollte eine entgegengesetzte Circulation stattfinden, indem kältere Luft aus dem freien Lande unterwärts in den Wald einströmt, mit der vom Tage her noch erwärmten Waldluft aufsteigt u. s. w. Wenn diese Circulation überhaupt stattfindet, so müsste sie einen wesentlichen Einfluss auf die Umgebung, wenn auch vielleicht nur in geringer Ausdehnung, haben; sie kann aber jedenfalls nur dann eintreten, wenn ausser dieser localen Circulationsströmung im Allgemeinen Windstille herrscht, weil jeder allgemeiner verbreitete bedeutendere Luftstrom eine solche locale Circulation nicht aufkommen liesse. Es wird sich also darum handeln, auf den richtigen Moment zu achten, an dem überhaupt eine derartige locale Circulation bei Tag oder Nacht vermuthet werden kann und mit den Instrumenten, von welchen ein Theil am *Ballon captif* angebracht ist, die Circulation durch Beobachtungen in sehr kurzen Intervallen genau zu verfolgen.

Eine weitere Gruppe von Beobachtungen wäre bestimmt die Frage zu entscheiden, wie sich der Wassergehalt jener Luftschichten, welche unmittelbar über den Kronen der Waldbäume liegen, unter dem Einfluss des darunter liegenden Waldes abweichend gestaltet von demjenigen gleichhoher Luftschichten, unter denen sich kein Wald befindet. Beobachtungen hierüber können ebenfalls nicht das ganze Jahr hindurch, sondern nur an solchen Tagen, an denen Windstille oder eine nur ganz unbedeutende und unstetige Bewegung der Luft herrscht, mit Erfolg angestellt werden. Zu diesen Versuchen müsste man sich entweder solcher Gerüste, welche über die Gipfel der Waldbäume hinausragen, oder der schon erwähnten *Ballons captifs* bedienen. Die letzteren dürften vorzuziehen sein, weil sie sich je nach Erforderniss an verschiedene Punkte leicht transportiren und in verschiedene Höhenschichten senden lassen, während das Gerüst, bei verhältnissmässig grossen Kosten, sich im Falle des Bedarfes nicht wohl wieder anderswohin verlegen lässt und überdies durch die Beschwerlichkeit der Besteigung einer oft wiederholten Benützung nicht sehr förderlich ist.

Beobachtungen über den Baumkronen sind bisher nur von Fautrat und Sartiaux [1]) in Frankreich, und noch nicht in einer Art und Ausdehnung angestellt worden, dass man ihre Resultate als endgiltige Lösung der Frage betrachten könnte. In Deutschland hat man zwar die Temperaturs- und Feuchtigkeitsverhältnisse innerhalb der Krone gemessen, oberhalb derselben aber nicht in Betracht gezogen; und doch sind gerade diese letzteren Beobachtungen für unsere Frage mehr entscheidend als die ersteren, indem wir nicht die schon ziemlich gut bekannten klimatischen Verhältnisse im Walde, sondern die Beziehungen zur Umgebung nach jeder Richtung hin untersuchen wollen.

Die Beobachtungen der physikalisch-experimentellen Richtung wären theils von den tüchtigsten bereits erprobten Beobachtern an den passend gelegenen fixen Stationen anzustellen, theils aber auch dem Leiter des Beobachtungswesens oder einem seiner Hilfsorgane bei Gelegenheit von Bereisungen zu überlassen. Zu diesem Zwecke müssten jene Stationen, welche neben den fortlaufenden Tagesbeobachtungen sich auch mit den erwähnten physikalischen (nur in den angegebenen Fällen anzustellenden) Beobachtungen zu beschäftigen hätten, auch mit den betreffenden speciellen Apparaten ausgerüstet werden, von denen noch im Abschnitt über die „Ausrüstung" weiter unten die Rede sein wird.

[1]) Comptes rendus 1876.

b) Physiologische Untersuchungen.

Die Resultate der hier vorgeschlagenen physikalisch-experimentellen Beobachtungen mögen wie immer ausfallen, so wird damit doch nicht die letzte zugängliche Erklärung der Erscheinungen gegeben sein, so lange man nicht über die Verhältnisse der Transpiration der Waldbäume im Klaren sein wird. Hauptsächlich theils durch die Transpiration, theils durch die Wiederverdampfung der aufgespeicherten Wasservorräthe des Waldbodens und seiner feuchten Decke (wenn man von der selbstverständlichen Wiederverdampfung des an den Blättern und der Rinde hängen gebliebenen Regenwassers absieht), kann der Wald Wasser in grösserer Menge an die Luft abgeben. Diese Abgabe muss selbstverständlich bei verschiedenen Baumarten, verschiedenem Alter der Bäume und zu verschiedenen Tages- und Jahreszeiten verschieden sein und sich überdies auch verschieden verhalten, je nachdem der Boden, auf dem der Wald steht, den Bäumen mehr oder weniger Bodenfeuchtigkeit zur Verfügung stellt.

Die hier vorliegende Frage der Bewegung der Säfte im Baume und über die Transpiration derselben ist eine pflanzenphysiologische, und es ergibt sich daraus die Nothwendigkeit, den bisher angedeuteten Versuchsreihen eine pflanzenphysiologische anzufügen. Man könnte glauben, dass über die Transpiration der Bäume, als eine der allernächst liegenden Fragen, die Acten schon geschlossen und daher weitere Beobachtungen nicht mehr nothwendig seien; dies ist jedoch nicht der Fall, wie aus einer erst vor Kurzem erschienenen Schrift von Dr. Burgerstein: „Ueber den Einfluss äusserer Bedingungen auf das Transpiriren der Pflanzen", worin die ganze Literatur des In- und Auslandes über diese Angelegenheit übersichtlich und kritisch beleuchtet dargestellt ist, zur Genüge erhellt. Die seither in den letzten Monaten publicirten Arbeiten von Prof. Dr. Jos. Böhm und Dr. Fr. v. Höhnel, welche das Saftsteigen im Zusammenhange mit der Transpiration behandeln, haben werthvolle Beiträge zur Lösung unserer Frage geliefert, aber allseitig gelöst ist sie noch nicht.

Ein tüchtiger Forscher dieser Richtung würde, wenn mit entsprechenden Mitteln ausgerüstet, zur Verfolgung der hier vorkommenden physiologischen Grundfragen wesentlich beitragen können.

4. Wahl der Stationspunkte.

In welchen Gegenden forstlich-meteorologische Beobachtungs-Stationen zu errichten wären, wurde schon oben in allgemeinen Umrissen angedeutet; an welchen einzelnen Punkten dieser Gegenden jedoch sich die Stationseinrichtung zweckmässig wird realisiren lassen, oder ob Stationen noch in anderen hier nicht bezeichneten Gegenden errichtet werden sollen, kann erst auf Grundlage eingehender Erhebungen der localen und persönlichen Verhältnisse entschieden werden.

Nach den schon wiederholt bezeichneten Aufgaben, welche uns vorliegen, werden zwei verschiedene Typen von Stationen zu unterscheiden sein. Der erste Typus wären „Parallel-Stationen", welche bestimmt sind die klimatischen Verhältnisse je zweier Punkte, von denen der eine bewaldet ist oder unter dem Einflusse umgebender Waldmassen steht, der andere aber von jedem erheblichen Waldbestand möglichst weit enfernt ist, mit einander zu vergleichen, was selbstverständlich nur dann möglich ist, wenn alle übrigen Verhältnisse, also insbesondere die Höhenlage, dann die Lage in der klimatischen Zone oder Region u. s. w.

gleich sind, und die Verschiedenheiten sich eben nur auf die Bewaldungsverhältnisse beschränken. Der zweite Typus wäre jener der „Radial-Stationen“, bei denen es wesentlich darauf ankommt die verschiedenen, insbesondere aber die ursprünglich trockenen Luftströmungen vor, während und nach dem Passiren eines Waldcomplexes zu untersuchen. Zu diesem Zwecke wird jedesmal eine ganze Gruppe von Beobachtungspunkten combinirt werden müssen; nämlich eine oder zwei Stationen tief im Inneren des Waldcomplexes, dann mehrere ausserhalb dieses letzteren, mindestens eine in jedem der vier Quadranten (vom Walde aus gerechnet) und mit näherer Orientirung nach der Richtung der vorzüglich herrschenden oder charakteristischen Winde von entgegengesetztem Charakter.

Die Freilands-Stationen einer solchen Gruppe sollen mindestens 2 Km. vom Waldrande entfernt und in gleicher Höhe mit dem Walde sein; an der Leeseite des trockensten Windes aber wird es sich empfehlen, noch je eine oder zwei dem Waldrande näher gelegene Hilfsstationen einzuschalten, da möglicherweise eine Wirkung des Waldes sich zwar in grösserer Nähe (von etwa 0·5 Km. oder 1 Km.) nicht aber auf weitere Entfernungen constatiren lassen dürfte. Eine solche Beobachtungsgruppe würde daher bei vollständiger Besetzung fünf bis acht Stationspunkte umfassen, z. B. eine oder zwei im Innern des Waldes, je eine gegen Westen, Nordosten und Südosten und eine bis drei im Südwesten, vorausgesetzt, dass der Nordostwind in der betreffenden Gegend der trockenste und daher die Südwestseite diejenige sei, auf welcher sich ein grösserer Wasserdampfgehalt der Luft zeigen müsste, wenn der Wald einen solchen hervorzubringen im Stande ist. Auf die richtige Situation jeder Beobachtungsstation muss ein so grosser Werth gelegt werden, dass, falls an geeigneten Stellen, wo Beobachtungen nothwendig erscheinen, sich Wohnhäuser oder sonstige Unterkunft für Instrumente und Beobachter nicht vorfinden, man eher zur Erbauung einfacher Blockhäuser schreiten, als Stationen an physisch minder geeignete Punkte mit leichterer Unterkunft verlegen müsste, wie bereits Dr. Breitenlohner[1]) hervorgehoben hat.

Ueber die Anzahl und Vertheilung der Stationen werden aber nebst der Eignung der natürlichen Lage und dem Vorhandensein entsprechender Persönlichkeiten auch noch die verfügbaren Geldmittel entscheidend sein, weshalb weiter unten die Ausrüstungskosten der Stationen verschiedenen Ranges präliminirt werden.

5. Ausrüstung der Stationen.

Die Ausrüstung wird von den schon genugsam erörterten Zwecken bedingt, welche offenbar verlangen, dass die Verhältnisse der Temperatur, der absoluten und relativen Luftfeuchtigkeit, des Niederschlages und der Windrichtung möglichst genau und oft beobachtet werden. Es kann demnach eines der theuersten und schwierigst zu conservirenden Instrumente, nämlich das Barometer, für unsere Zwecke ganz entbehrt werden, indem der Luftdruck für unsere speciellen Fragen nicht direct von Belang ist und die indirecte Beziehung zur Berechnung der Luftfeuchtigkeit aus der psychrometrischen Differenz (bei August's Psychrometer) nichts Anderes verlangt, als die Kenntniss des mittleren Barometerstandes der betreffenden Gegend, welcher jedoch nach der Seehöhe und dem Barometerstand entsprechend gelegener

[1]) Vergl. dessen Abhandlung „Zur Reform und Erweiterung des agrar-meteorologischen Beobachtungssystemes“ (Centralblatt für das gesammte Forstwesen, 1877, 5. Heft).

Stationen des Beobachtungsnetzes der k. k. meteorologischen Centralanstalt mit hinreichender Genauigkeit entnommen werden kann.

Unerlässlich sind vor Allem an jeder Station zwei Thermometer zur Beobachtung der Lufttemperatur, und zwar eines etwa in Mannshöhe, also nahe am Boden des Waldes, das andere unmittelbar über dem Niveau der Baumkronen. Zur Beobachtung der Feuchtigkeitsverhältnisse ist die Beigabe je eines feuchten Thermometers zu jedem der beiden soeben erwähnten trockenen Thermometer, also die Verfügbarkeit zweier August'scher Psychrometer-Paare (eines unter, das andere über den Baumkronen) erforderlich, denen auch noch je ein Hygrometer nach Klinkerfues beizugeben wäre.

Da es an und für sich keinem Zweifel mehr unterliegt, dass die Luft im Walde schon vermöge der durchschnittlich niedrigen Temperatur und der geringeren Wiederverdampfung eine grössere relative Feuchtigkeit haben muss, während es fraglich ist, in welchem Grade verschieden hohe Luftschichten in und ober dem Walde, oder auch rings um den Wald herum, eben durch den Wald einen grösseren absoluten Gehalt an Wasserdampf erhalten, so erscheint die Anwendung von Psychrometern und Hygrometern, die zunächst für die Ermittlung der relativen Feuchtigkeit in Procenten dienen und bei Ermittlung des absoluten Wassergehaltes nur als ein nicht ganz genaues Surrogat für directe Messung gelten können, noch nicht vollständig genügend; ich befürworte vielmehr die Anwendung eines Apparates, welcher aus einer beliebigen Luftschichte ein bestimmtes und jedesmal gleiches Quantum Luft aufnimmt und demselben alles Wasser entzieht, so dass aus der Gewichtsvermehrung des wasserabsorbirenden Mittels oder aus der Verminderung des Luftvolumens nach erfolgter Absorption des Wassergases der Gehalt an letzterem genau berechnet werden kann. [1]) Einen solchen Apparat, welcher mit Umgehung jeder Wägung genaue Beobachtungen gestattet, hat auf meine Anregung Herr Prof. Schwackhöfer an der Hochschule für Bodencultur in Wien zu construiren unternommen, und dürfte es binnen Kurzem gelingen, die noch vorhandenen Schwierigkeiten, welche hauptsächlich in der Temperaturcorrection gelegen sind, zu überwinden. Würde ein solcher Apparat mit mässigen Kosten leicht herzustellen und einfach zu behandeln sein, so wären wenigstens Stationen ersten Ranges mit demselben zu versehen.

Als Ergänzung zu den hygrometrischen Beobachtungen wären ferner „*Evaporimeter*“ (Verdunstungsmesser), jedoch nur bei Stationen ersten Ranges in Anwendung zu bringen; es empfiehlt sich dazu insbesondere das durch seine Einfachheit ausgezeichnete *Evaporimètre de Piche* von Baudin in Paris. Apparate, an welchen die Verdunstung einer freien Wasserfläche, dann diejenigen aus verschiedenen nackten, bedeckten oder bewachsenen Bodenarten (nach Ebermayer's Construction) zu beobachten ist, erscheinen mir, nachdem solche Beobachtungen anderwärts theils schon zahlreich vorliegen, theils fortgesetzt werden, nicht durchaus erforderlich und könnten nur etwa an zwei der hervorragendsten Stationen, wovon jedenfalls eine im Süden der Monarchie, behufs vergleichender Beobachtungen in Anwendung genommen werden.

Die Regenmesser müssten, wie die Thermometer und Psychrometer, an Waldstationen sowohl nahe dem Boden als oberhalb der Baumkronen angebracht werden, und zwar erscheint

[1]) Forscher, welchen es auf genaue Bestimmung des Wassergases in beliebigen Luftschichten ankam, haben sich auch schon bisher nicht der Psychrometer, sondern aspirirender Apparate bedient; so Dr. Vogel bei seinen Versuchen über den Wassergehalt der Luft bei verschieden bekleideter Bodenoberfläche. (Zeitschr. d. k. bayr. Akad. 1868).

es mir nothwendig, unter den Bäumen nicht blos Ein, sondern drei bis vier Ombrometer an Stellen von verschieden dichtem Kronenschluss aufzustellen, damit die auf den Boden des Waldes gelangende Wassermenge nicht zu sehr nach blossen Zufälligkeiten der Belaubung, des Astschlusses etc. beurtheilt werde, was auch bereits Dr. Breitenlohner (l. c.) vorgeschlagen hat. Für Freilandstationen erscheint es ebenfalls zweckmässig, je mehrere Ombrometer anzuwenden, nämlich etwa drei an verschiedenen Punkten in derselben Höhe wie die unteren der Waldstation, und eines womöglich in der Höhe wie die über den Kronen befindlichen der Waldstationen, also etwa auf dem Hausdache oder auf einem isolirten Baume etc.

Bei der Wichtigkeit, welche für unsere Zwecke einer genauen Beobachtung der Windrichtungen zugeschrieben werden muss, erscheint eine, wenn auch möglichst einfache, doch sicher functionirende Windfahne als ein nothwendiges Inventarstück jeder Station.

Einige Stationen ersten Ranges müssten mit dem von Prof. Schwackhöfer noch zu vollendenden Luftsauger und mit je einem oder zwei *Ballons captifs* versehen werden. Diese letzteren bieten das Mittel, an beliebiger Stelle bis zu verschiedenen Höhen das Verhalten der Temperatur und der Luftfeuchtigkeit zu verfolgen und jene Fragen zu beantworten, welche man an die Luftschichten in verschiedenen verticalen und horizontalen Abständen vom Walde stellen muss, um die Wechselbeziehungen zwischen Wald und Klima der Waldesumgebung in exacter Weise zu ergründen. Die Skizze eines solchen Ballon's und seiner Ausrüstung mit selbstregistrirendem Thermometer, Psychrometer oder Hygrometer [1]) und Regenfänger, ist von mir schon seit längerer Zeit entworfen; es fehlt jedoch noch an der praktischen Ausführung eines solchen Apparates, welche mit einigen Schwierigkeiten verbunden sein wird, wenn derselbe nicht zu theuer, leicht transportabel und füllbar, dabei ungefährlich und handlich sein soll. Da ein solcher Ballon nur wenige Apparate zu tragen haben wird, welche zusammen etwa 2—3 Kilogr. wiegen, so können seine Dimensionen ganz mässig sein. Die Details der Construction zu besorgen, hat ebenfalls Herr Prof. Schwackhöfer unternommen.

Es folgt nun ein Voranschlag der Ausrüstungskosten.

Dabei sind unterschieden: Stationen erster und zweiter Ordnung, dann Zwischen- und Regenstationen. „Erster“ und „zweiter Rang“ ist hier nur relativ für unser forstlich-meteorologisches Beobachtungssystem zu verstehen, nicht im selben Sinne wie bei rein meteorologischen Stationen nach der internationalen Vereinbarung. Unsere Stationen erster Ordnung sind daher weit weniger reich und kostspielig eingerichtet, als die Reichs- oder Central-Anstalten erster Ordnung. Zwischenstationen werden hauptsächlich dazu erforderlich sein, um, wenn ein bestimmter Einfluss des Waldes auf seine Umgebung constatirt werden kann, zu erforschen, wie weit dieser Einfluss reiche.

Die Preise sind theils nach gefälliger Mittheilung aus der k. k. Central-Anstalt für Meteorologie, theils nach Ebermayer's Angaben (Seite 14 seines bekannten Werkes über die „physikalischen Einwirkungen des Waldes“ etc.) angesetzt.

[1]) Das Luftsaugen zur Bestimmung des Wassergehaltes höherer Luftschichten dürfte derart erfolgen, dass der Ballon nur ein Kautschukrohr mit in die Höhe nimmt, während der Mess-Apparat unten beim Beobachter bleibt.

Gegenstände	Anzahl der Exemplare	Preise der Apparate Einzeln	Preise der Apparate Zusammen für die beantragte Anzahl	Andere Kosten
Je eine Waldstation I. Ordnung.				
Thermometerpaare (je 1 trockenes und 1 feuchtes Thermometer, daher zugleich Hygrometer nach August's Princip) u. z. ohne Seitenbeschirmung [1]) für unten und oben [2])	2	15	30	
Vorraths-Thermometer	3	5	15	
Maximum-Thermometer [3]) u. o.	2	10	20	
Minimum-Thermometer [3]) u. o.	2	8	16	
Baumthermometer	6	4	24	
Hygrometer von Klinkerfues u. o.	2	11·5	23	
Evaporimeter Piche von Baudin	1	4	4	
Evaporimeter nach Ebermayer für Erde und Vegetation	4	5	20	
Ombrometer (Regenmesser) unten 4, oben 2	6	10	60	
Windfahne vereinfacht	1	8	8	
Ballon captif	2	—[4])	—	
Luftsauger nach Schwackhöfer	2	—[4])	—	
Gerüste über die Kronen sammt Aufstieg	1	80	80	
Verpackung und Transport der Apparate	—	—	—	20
Arbeitslöhne bei der Aufstellung	—	—	—	20
Reise des Dirigirenden	—	—	—	100
			300	140
Summe ohne Ballon und Luftsauger			fl. 440	
Mit 2 Ballons und Luftsaugern (wobei das Gerüste wegfällt) um einen noch nicht bestimmten Betrag mehr.				
Je eine Waldstation II. Ordnung.				
Thermometerpaare unten und oben	2	15	30	
Hygrometer von Klinkerfues u. o.	2	11·5	23	
Ombrometer (4 unten, 2 oben)	6	10	60	
Windfahne	1	8	8	
(Ballon und Luftsauger nur vom bereisenden Dirigenten oder anderen damit betrauten Personen mitzubringen)				
Gerüst	1	80	80	
Verpackung und Transport	—	—	—	12
Arbeitslöhne	—	—	—	12
Reise	—	—	—	100
			201	124
Summe			fl. 325	

[1]) Ohne Seitenbeschirmung, weil die Paare über den Kronen wegen der Insolation keine Beschirmung haben dürfen, daher auch die unteren Paare der Vergleichbarkeit wegen ohne Schirm bleiben müssen.

[2]) „Unten" ist hier der Kürze wegen für die Aufstellung unter den Bäumen nahe am Boden und „oben" für die Aufstellung über die Baumkronen gesetzt.

[3]) Ob nach Six (18 fl.) oder Baudin (10 + 8 fl.) ist noch fraglich.

[4]) Je ein zweites Exemplar von Ballon und Luftsauger ist erwünscht bei Hauptstationen, um gleichzeitige vergleichende Beobachtungen an einem zweiten Punkte in gleicher oder verschiedener Höhe machen zu können.

Gegenstände	Anzahl der Exemplare	Preise der Apparate		Andere Kosten
		Einzeln	Zusammen für die beantragte Anzahl	
Je eine Freilandstation I. Ordnung.				
Thermometerpaare ohne Seitenbeschirmung	1	15	15	
Vorraths-Thermometer	3	5	15	
Maximum-Thermometer	1	10	10	
Minimum-Thermometer	1	8	8	
Hygrometer von Klinkerfues	1	13	13	
Evaporimeter Piche von Baudin	1	4	4	
Evaporimeter nach Ebermayer	4	5	20	
Ombrometer (wovon 3 unten und 1 wo möglich in Gipfelhöhe auf einem Dache oder isolirten Baume)	4	10	40	
Windfahne	1	8	8	
Ballon captif	2	?	?	
Luftsauger	2	?	?	
Verpackung und Transport der Apparate	—	—	—	15
Arbeitslöhne bei der Aufstellung	—	—	—	15
Reise des Dirigirenden	—	—	—	100
			133	130
Summe (ohne Ballon und Luftsauger)			fl. 263	
Mit 2 Ballons und Luftsaugern um einen noch nicht bestimmten Betrag mehr.				
Je eine Freilandstation II. Ordnung.				
Thermometerpaar	1	15	15	
Vorraths-Thermometer	3	5	15	
Hygrometer von Klinkerfues	1	13	13	
Ombrometer	4	10	40	
Windfahne	1	8	8	
Leiter	1	12	12	
Verpackung und Transport der Apparate	—	—	—	9
Arbeitslöhne bei der Aufstellung	—	—	—	12
Reise des Dirigirenden	—	—	—	100
			103	121
Summe			fl. 224	
Je eine Zwischen- und Regenstation.				
Thermometer	1	5	5	
Psychrometer von Klinkerfues	1	13	13	
Regenmesser	2	10	20	
Verpackung, Transport, Aufstellung	—	—	—	10
			38	10
Summe			fl. 48	

Eine Blockhütte sammt sparsamster Einrichtung wäre zu veranschlagen mit . . . fl. 800

Die **Erhaltungskosten** lassen sich präliminiren wie folgt:

Waldstation I. Ordnung.

Reparaturen, Ergänzungen etc.	fl. 50
Drucksorten, Schreibmaterial etc.	„ 15
Remuneration des Beobachters	„ 150
Entlohnungen für zeitweilig exponirtes Hilfspersonale	„ 100
	fl. 315

Mit Betrieb von Ballons um etwa fl. 50 mehr.

Waldstation II. Ordnung.

Reparaturen, Ergänzungen etc.	fl. 30
Drucksorten, Schreibmaterial etc.	„ 10
Remuneration des Beobachters	„ 100
Entlohnungen für zeitweilig exponirtes Hilfspersonale, verwendete Hilfsarbeiter	„ 60
	fl. 200

Freilandstation I. Ordnung.

Reparaturen, Ergänzungen etc.	fl. 30
Drucksorten, Schreibmaterial etc.	„ 12
Remuneration des Beobachters	„ 100
Entlohnungen für zeitweilig exponirtes Hilfspersonale	„ 80
	fl. 222

Mit Betrieb von Ballons um etwa 50 fl. mehr.

Freilandstation II. Ordnung.

Reparaturen, Ergänzungen etc.	fl. 20
Drucksorten, Schreibmaterial etc.	„ 10
Remuneration des Beobachters	„ 60
Entlohnung von Hilfspersonale	„ 30
	fl. 120

Zwischen- und Regenstation.

Reparaturen, Ergänzungen etc.	fl. 10
Drucksorten und Schreibmaterialen	„ 5
Remuneration	„ 20
	fl. 35

Zur Vergleichung diene, dass die erste Errichtung einer **combinirten Wald- und Freilandstation** in Bayern nach Ebermayer rund 500 fl. und die jährliche Unterhaltung einer solchen 250 fl. süddeutsche Währung kostet.

Die von mir präliminirten Auslagen für Special-Apparate zu den physikalischen und physiologischen Arbeiten, für die jährliche Fortführung dieser Letzteren und für die centrale Leitung bieten für die Oeffentlichkeit weniger Interesse, und werden die betreffenden Ziffern mehr Werth haben, wenn sie seinerzeit nach der wirklichen Gebarung bekannt gegeben werden.

6. Instructionen für die Beobachter.

Um Resultate zu erhalten, welche auf einen gemeinsamen Zweck abzielen, muss den Beobachtern eine bestimmte Instruction gegeben werden. Im gegenwärtigen Stadium der Angelegenheit kann eine solche Instruction in ihrer vollen Ausdehnung noch nicht verfasst, wohl aber können die hauptsächlichsten Richtpunkte angegeben werden, welche seinerzeit bei der Verfassung der Instruction zu berücksichtigen sein dürften.

Am detaillirtesten muss eine Instruction für die sogenannten Termin-Beobachtungen ausgearbeitet werden, d. h. für jene Gruppen von Beobachtungen, welche zur statistischen Untersuchungsmethode gehören. Da erscheint es vor allem räthlich, die täglichen Beobachtungstermine möglichst denjenigen anzuschliessen, welche von den Stationen der k. k. Centralanstalt für Meteorologie eingehalten werden, nämlich 6 oder 7 Uhr Morgens, 2 Uhr Nachmittags und 9 oder 10 Uhr Abends. Es empfiehlt sich dies nicht blos darum, weil diese Beobachtungsstunden nach reiflicher fachlicher Erwägung festgestellt und auch international angenommen sind, sondern auch weil durch das Festhalten dieser Termine die Vergleichbarkeit der Daten unserer Stationen mit denjenigen der übrigen bedingt ist. Es erscheint jedoch als sehr wünschenswerth, ausser diesen für jede Jahreszeit unabänderlichen Terminen noch eine nebenher gehende zweite Beobachtungsreihe zu erhalten, deren Termine vom Stande der Sonne abhängen, indem eben dieser es ist, welcher insbesondere an heiteren und halbheiteren Tagen und während des Sommer-Halbjahres den Gang der Temperatur und das Verhalten der Hydrometeore unmittelbar bedingt. Nach diesem Gesichtspunkt müsste man Beobachtungen in gleichen Zeitabständen vom Auf- und Untergang der Sonne anstellen, also z. B. bei Sonnenaufgang, dann 2 oder 3 Stunden nach demselben und ebenso 2 oder 3 Stunden vor Sonnenuntergang, sowie beim Sonnenuntergange selbst. Zu manchen Zeiten muss einer oder der andere dieser Termine mit einem der ersten Reihe zusammenfallen, so dass hieraus nicht eine vollständige Verdopplung der Beobachtungen erwachsen würde.

Jedenfalls könnte diese zweite Beobachtungsperiode nur dort durchgeführt werden, wo entweder ein sonst wenig beschäftigter Beobachter zur Verfügung steht, oder wo eine zweite Persönlichkeit in Verwendung genommen werden kann.

Selbstregistrirende Apparate würden freilich die ganze Schwierigkeit beheben, weil sie uns in die Lage setzen würden, beliebige Stunden, folglich auch jene des Auf- und Unterganges und von diesen beiden Momenten gleich weit abstehende Tagesstunden herauszugreifen; die grösseren Kosten und die schwierigere Behandlung solcher Autographen halten mich jedoch davon ab, diesen Punkt als durchaus unvermeidlich ins Programm aufzunehmen; es soll hier nur der Wunsch ausgesprochen werden, dass es früher oder später ermöglicht werden sollte, wenigstens an einer Forststation ersten Ranges auch Autographen für Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Stärke und Richtung des Windes, dann Niederschlag aufzustellen, und die Aufzeichnung derselben mit den Ergebnissen der ebendort anzustellenden physiologischen Beobachtungen über Transpiration der Bäume zusammenzuhalten.

Was die Behandlung der Instrumente, die Correctionen und Berechnungen anbelangt, so empfiehlt es sich, auch hiebei die für die Stationen der k. k. meteorologischen Centralanstalt bestehende ausführliche, mit belehrenden Abbildungen und Beispielen versehene Instruction beizubehalten, und demnach unsere Beobachter mit Exemplaren dieser Instruction

zu versehen. Eine Ergänzung zu derselben wird für forstlich-meteorologische Stationen nur betreffs einiger Specialapparate, wie insbesondere der Evaporimeter nach Ebermayer, dann der erst noch fertig zu stellenden *Ballons captifs* und Luftsauger erforderlich sein. Die Formularien zur Eintragung der Beobachtungsdaten müssen selbstverständlich mit Rücksicht auf unsere speciellen Zwecke eingerichtet werden, ohne sich jedoch mehr, als durchaus nothwendig ist, von den bereits allgemein üblichen zu entfernen.

Für die Beobachtungen der physikalisch-experimentellen sowie der pflanzen-physiologischen Gruppe dürfte eine Special-Instruction nicht erforderlich sein. Diese Beobachtungen können nur von solchen Personen angestellt werden, welche vollständig in den Sinn der oben angedeuteten Aufgaben und Forschungsmethoden eingedrungen und mit der Behandlung der betreffenden Apparate aufs Genaueste vertraut sind; solche Personen aber bedürfen detaillirter Instructionen nicht, die auch jetzt nicht einmal gegeben werden könnten, da bei der Neuheit des Gegenstandes alle Details sich erst aus der fachgemässen consequenten Verfolgung der in allgemeinen Umrissen angedeuteten Ziele ergeben müssen.

7. Personale für die Leitung.

Das Detail der hierüber von mir gemachten Vorschläge entzieht sich vorläufig der Publicität; es möge nur so viel angedeutet werden, dass für eine wissenschaftliche Leitung, durch welche die Einheitlichkeit des ganzen Forschungssystemes herzustellen und die Verwerthung der Daten zu sichern wäre, dann für Einübung und Inspicirung der Beobachter, für fortlaufende Correspondenz mit diesen, dann parallel mit den neuen Beobachtungen auch für die Bearbeitung verwendbarer älterer Daten gesorgt werden soll und dass die physiologische Arbeits-Sparte eine eigene Arbeitskraft erfordert.

Der vorstehende Entwurf sieht nun der eingehenden Beurtheilung von Seite des wissenschaftlich gebildeten forstlichen Publicums entgegen; die Aufgabe des Verfassers wird es sein, schätzbare Winke aus berufenen Kreisen dem angestrebten fachlichen Zweck gewissenhaft und vorurtheilsfrei zu Gute zu bringen.

Serropalpus barbatus. Schall. und *Retinia margarotana.* HS.

Zwei Feinde der Tanne (*Abies pectinata* DC.).

Ein Beitrag zur Kenntniss ihrer Metamorphosen und Lebensgeschichte.

Von

Fritz A. Wachtl, k. k. Oberförster.

I. *Serropalpus barbatus.* Schall.

(Mit Tafel XV.)

Literatur.

Schaller (Johann Gottlob): Neue Insecten beschrieben. Schrift. naturf. Gesellsch. Halle 1783.

Hellenius (Carl Nicolas): Försök till beskrifning på et nylt genus bland insecterna, som Kunde Kallas Serropalpus. Vetensk. Acad. nya Handl. 1786.

Olivier (Antoine Guillaume): Entomologie, ou histoire naturelle des Insectes, avec leurs caractères génériques et spécifiques, leur description, leur synonymie et leur figure enluminée. Coléoptères. Paris, Baudonin 1789—1808.

Illiger (Johann Carl Wilhelm): Verzeichniss der Käfer Preussens, entworfen von J. G. Kugelann, ausgearbeitet von Illiger, mit einer Vorrede von Hellwig und dem angehängten Versuche einer natürlichen Ordnung und Gattungsfolge der Insecten. Halle, Gebauer 1798.

v. Paykull (Gustaf): Fauna Suecica Insecta. Upsaliae, Edman 1798.

Fabricius (Johann Christian): Systema Eleutheratorum secundum ordines, genera, species, adjectis synonymis, locis, observationibus, descriptionibus. Kiliae, Bibliopol. acad. 1801.

Gyllenhal (Leonhard): Insecta Suecica descripta. Classis I. Coleoptera sive Eleutherata. T. I. Pars II. Scaris, Leverentz 1810.

Duftschmid (Caspar): Fauna Austriaca. Oder Beschreibung der österreichischen Insecten für angehende Freunde der Entomologie. Linz und Leipzig. Akad. Buchhandl. II. 1812.

Guérin-Méneville (Félix Edouard): Iconographie du règne animal de G. Cuvier, ou représentation d'après nature de l'une des espèces les plus remarquables et souvent non encore figurées de chaque genre d'animaux; pouvant servir d'atlas à tous les traités de Zoologie. Paris, J. B. Baillière 1829—1838.

Haldeman (S. S.): Descriptions of North American Coleoptera, chiefly in the cabinet of J. L. Leconte, with references to described species. Journ. Acad. Nat. Sc. Philad. ser. 2. 1848.

Mulsant (Étienne): Histoire naturelle des Coléoptères de France. Lyon, Maison. 7. 1856.
Redtenbacher (Ludwig): Fauna Austriaca. Die Käfer nach der analytischen Methode bearbeitet. Zweite gänzlich umgearbeitete, mit mehreren Hunderten von Arten und mit der Charakteristik sämmtlicher europäischer Käfergattungen vermehrte Auflage. Wien, Gerold's Sohn 1858.
Assmuss (Eduard Philibert): Muthmassliche Lebensweise der Larven von *Serropalpus barbatus* Schall. Wien. Entom. Monatsch. 1859.
Jacquelin du Val (Camille): Manuel entomologique. Genera des Coléoptères d'Europe, comprenant leur classification en familles naturelles, la description de tous les genres, des tableaux dichotomiques destinés à faciliter l'étude, le catalogue de toutes les espèces, de nombreux dessins au trait de caractères par Jaquelin du Val; et près de treize cents insectes représentant un ou plusieurs types de chaque genre, dessinés et peints d'après nature avec le plus grand soin par M. Jules Migneaux. Paris, Migneaux III. 1860.
Kaltenbach (J. H.): Die Pflanzenfeinde aus der Classe der Insecten. Ein nach Pflanzenfamilien geordnetes Handbuch sämmtlicher auf den einheimischen Pflanzen bisher beobachteten Insecten. Stuttgart, J. Hoffmann 1874.
Altum (Bernard): Forstzoologie. Berlin, J. Springer 1872—1875. (Bd. III. Insecten. 1. Abth.)

Nomenclatur.

Mordella barbata Schall. — *Serropalpus striatus* Hellen. — *Dircaea barbata* Fabr. — *Serropalpus obsoletus* Haldem. — *Serropalpus substriatus* Haldem.

Geographische Verbreitung und Allgemeines.

In der einschlägigen Literatur, welche zumeist nur die Beschreibung oder Abbildung des vollkommenen Käfers enthält, sind über den biologischen Theil desselben spärlich und nur äusserst dürftige Nachrichten veröffentlicht, die von sehr problematischem Werthe oder ganz unrichtig sind.

Die ersten Stände und die Lebensweise, sowie die Thatsache, dass der Käfer unter die forstschädlichen Insecten registrirt, sind also bis nun noch unbekannt.

In der älteren Literatur citirt Guérin-Méneville [1]) in seinem Werke bei *Serropalpus:*

> „M. Children a décrit une larve de *Serropalpus* dans l'appendice du voyage du capit. Back, au pôle nord 1836."

In diesem Appendix zum Bericht der unter dem Commando des Capitäns Back [2]) in den Jahren 1833—1835 stattgehabten Nordpol-Expedition wird aber von Children nicht die Larve des *Serropalpus barbatus* beschrieben, wie man nach der oben angeführten Stelle glauben sollte, sondern er reproducirt (p. 540) eine Macleay'sche Beschreibung der Larve von *Xylita buprestoides* [3]), die von einem Herrn Samouelle sammt dem vollkommenen Thiere in Hampshire in dem festen Holze einer alten Eiche gefunden wurde, was aus den Worten:

> „Macleay's larva was found, together with the perfect insect, in the solid wood of an old oak in Hampshire, by Mr. Samouelle"

hervorgeht, und glaubt ferner, dass die bei der Expedition in einer trockenen Fichte ge-

[1]) l. c. pag. 127.

[2]) Narrative of the Arctic Land-Expedition to the mouth of the great Fish River, and along the shores of the Arctic Ocean, in the years 1833, 1834 and 1835; by Captain Back, R. N. Commander of the Expedition. London 1836.

[3]) *laevigata* Hellen.

fundene Larve irgend einer *Dircaea* angehören dürfte, weil sie mit Macleay's Beschreibung vollkommen übereinstimmt, indem er sagt:

> „Larva — incertae sedis; — au Dircaeae cujusdam? I am induced to think it probable that this may be the larva of a *Dircaea (Xylita,* Paykull), from its almost perfect accordance with Mr. W. S. Macleay's description of the thysanuriform larva of the *Xylita buprestoides.*"

Dr. Assmuss [1]) vermuthet, dass die Larve des *Serropalpus*

> „ebenso wie die von *Trichodes apiarius, Metoecus paradoxus* und andere in Bienen-, Wespen- und Hummelbauten leben".

Er stützt diese seine Vermuthung darauf, dass er in Russland das Thier öfter in Bienenstöcken gefunden, und gibt ferner auch an, den Käfer aus einem Hummelneste erzogen zu haben. Die Larve ist ihm unbekannt geblieben, und aus der mit nur wenigen Worten gegebenen unvollständigen Beschreibung der Puppe [2]) ist nichts zu entnehmen, da dieselbe auf die Puppen von Hunderten verschiedener Insecten passt, so dass ich zweifle, ob er überhaupt die Puppe von *Serropalpus barbatus* vor sich gehabt hat, da er sonst wohl der eigenthümlichen — diese Art besonders auszeichnenden — Bedornung der Dorsalseite und der auffallend grossen Maxillarpalpen Erwähnung gethan hätte.

In der speciell forstlich-entomologischen Literatur ist dieses Thier nirgends angeführt, nur Prof. Dr. Altum [3]) erwähnt desselben folgendermassen:

> „Der zu den Melandryaden gehörende *striatus* F." (folgt eine kurze Diagnose des Käfers) „lebt im Fichten- und Tannenholze häufig mit *Sirex*-Larven zusammen und schadet in derselben Weise wie diese."

Diesen Worten Prof. Altum's mag eine auf pag. 8 stehende Notiz aus dem Kataloge meiner — auf der Wiener Weltausstellung im Jahre 1873 in der Exposition Seiner kaiserlichen Hoheit des Herrn Erzherzogs Albrecht ausgestellt gewesenen — entomologisch-biologischen Sammlung hier folgen. Es heisst dort:

> „Dieser Käfer lebt gewöhnlich in Gesellschaft der *Sirex*-Larven im Tannenholze und schadet ganz so wie diese."

Mich jedes Commentars hiezu enthaltend, überlasse ich es dem Leser, sich aus der frappanten Aehnlichkeit meiner Worte aus dem Jahre 1873 und dem Citate Prof. Dr. Altum's aus dem Jahre 1874 ein Urtheil zu bilden.

Abgesehen davon, dass Prof. Altum ausser dieser dürftigen Notiz, womit er eigentlich documentirt, dass diess Thier in seiner forstlichen Bedeutung für ihn eine terra incognita ist, darüber in seinem Lehrbuche nichts weiter zu sagen weiss, schlüpft er über den biologischen Theil mit dem Ausspruche: „Jedoch ist diese süddeutsche Art selten", wie ein Aal hinweg. — Noli me tangere!

Diese beiden von Prof. Altum so apodictisch ausgesprochenen Ansichten will ich nun etwas näher beleuchten.

[1]) l. c. pag. 255.

[2]) Diese Beschreibung lautet: „Ihre Grösse betrug etwas über 6'''; die Färbung des ganzen Körpers war hellgelb; Stigmen braun; auf dem Kopfe und dem After einzelne abstehende Härchen."

[3]) l. c. pag. 148.

Der Käfer wurde zu wiederholten Malen in Schweden gefunden und zuerst von Schaller [1]) unter dem Namen *Mordella barbata*, dann wieder von Hellenius [2]) unter dem Namen *Serropalpus striatus* beschrieben und abgebildet. Ferner führen ihn Paykull [3]) in seiner Fauna Schwedens und Illiger [4]) in seiner Fauna Preussens auf; der Käfer muss also doch wohl dort vorkommen.

Ausser diesen citiren noch andere Autoren in ihren Werken Schweden, [5]) Frankreich, [5]) Deutschland, [6]) ja selbst den grössten Theil Europas [7]) als Vaterland.

Das Thier hat also eine sehr grosse geographische Verbreitung und dürfte überhaupt überall dort zu finden sein, wo Tannen vorkommen. Wurde es ja selbst in Nordamerika [8]) gefunden, was wohl auch mit dem Reichthum der Wälder dieses Ländergebietes an Abietineen im Zusammenhange steht; es ist daher keineswegs eine specifisch süddeutsche Art!

Dass ferner der Käfer auch nicht selten ist, beweist die Häufigkeit des Vorkommens seiner Larven, die man an geeigneten Orten in grosser Menge finden kann, wenn man die Mühe des Holzspaltens behufs ihrer Auffindung nicht scheut.

Der Grund, dass man den vollkommenen Käfer nicht häufig sieht und findet, liegt einfach darin, dass derselbe ein Nachtthier [9]) ist und bei Tage sich so vorzüglich zu verbergen versteht, dass er eben nur selten in einem seiner Verstecke ertappt werden kann. Ich habe ihn mehrmals des Nachts im Walde bei loderndem Feuer, durch dessen Lichtschein er angelockt wurde, gefangen.

Beschreibung der Metamorphosen.

Die Larve.

Körper spindelförmig, 15—25 Mm. lang, in der Mitte am breitesten, 4—6 Mm., gegen das Kopfende schwächer, gegen das Afterende stärker verengt, zugespitzt. Ausser dem Kopfe besteht derselbe aus zwölf Leibesringen. Seine Oberfläche ist äusserst fein nadelrissig, unbehaart, nur am Kopfe und den drei letzten Segmenten — namentlich auf der Dorsalseite — mit einzelnen Haaren besetzt.

Der Prothorax und die mittleren Abdominalsegmente breiter und dicker. Das Connexivum beiderseits wulstig vortretend. Die Färbung ist ein gelbliches Weiss, Mundtheile und Stigmen sind braun.

[1]) l. c. pag. 322, t. 1. f. 7. a.

[2]) l. c. pag. 310, t. 7.

[3]) l. c. 2. 163. 1.

[4]) l. c. pag. 130. 7.

[5]) Guérin-Méneville, l. c. pag. 127. „Hab. la France et la Suède."

[6]) Fabricius, l. c. pag. 89. „Habitat in Germaniae lignis."

[7]) Jacquelin du Val, l. c. pag. 390. „Il vit dans les pins et surtout les sapins, dans la plus grande partie de l'Europe."

[8]) Haldeman, l. c. pag. 98.

[9]) In der deutschen Uebersetzung des Hellennius'schen Artikels in den neuen Abhandlungen der königl. schwedischen Akademie der Wissenschaften vom Jahre 1786 von G. A. Kästner und Dr. J. D. Brandis; Leipzig, Heinsius 1787; heisst es auf pag. 274, dass das Insect auf der Insel Runsala bei Björneborg „gegen Abend an den Wänden alter hölzerner Häuser ist gefunden worden". Ferner sagt Illiger in seinem Verzeichniss der Käfer Preussens p. 131: „Ein schönes Exemplar dieses sehr seltenen Käfers wurde in Königsberg auf dem Collegium Albertinum des Abends in einem Zimmer gefangen".

Kopf leicht abwärts gebeugt, gegen den Mund zugespitzt, dreieckig, länger als breit, mit gerundeten Seiten und schwach gewölbter Oberseite. Seine Oberfläche ist fein quer nadelrissig und mit abstehenden, gelblichen Haaren besetzt; die Stirne mit einem undeutlich begrenzten, schwachen Eindrucke in ihrer Mitte und schwach vertiefter Mittellinie, die am Scheitel in eine kurze, tiefe Furche endigt.

Augen sind nicht vorhanden.

Fühler an der Oberseite des Kopfes, seitlich und nahe dem Grunde der Oberlippe eingelenkt, nach auswärts stehend, kurz, aus vier allmälig an Dicke abnehmenden, fernrohrartig in einander geschobenen Gliedern gebildet. Erstes Glied konisch, die folgenden drei cylindrisch mit gerade abgestutzter Spitze. Glied 1 und 3 gleichlang und jedes von der doppelten Länge der unter einander ebenfalls gleichlangen Glieder 2 und 4. Der obere Aussenrand des dritten Gliedes mit einem Kranze von äusserst feinen, kurzen, gerade aufstehenden Härchen besetzt.

Oberlippe dick, hornig, ihr Vorderrand abgerundet und mit einzelnen kurzen Borstenhaaren versehen.

Mandibeln aus einfachen hornigen Haken bestehend, dunkelbraun.

Unterlippe dick, fleischig, mit abgerundeter Spitze und unbehaart.

Die Maxillen bestehen aus einer fleischigen, am Grunde sehr breiten Angel, einem ebenso fleischigen, dicken, schwach behaarten Stiel, der in einen abgerundeten, an seiner Spitze dicht mit steifen Borstenhaaren bewimperten Lappen ausläuft.

Kiefertaster die Ladenlappen nicht überragend, kegelförmig, aus drei kurzen gleichlangen Gliedern zusammengesetzt.

Lippentaster sehr kurz, zweigliedrig. Das Grundglied ist konisch, das andere cylindrisch mit abgerundeter Spitze.

Das Kinn ist vorne bogenförmig ausgeschnitten und besteht aus einer soliden, fein punktirten hornigen Platte.

Vom Thorax ist der Prothorax am stärksten entwickelt; er ist so lang und etwas breiter als Meso- und Metathorax zusammengenommen. Sein Vorderrand ist seicht bogenförmig ausgeschnitten, der Hinterrand in der Mitte stark lappenförmig erweitert, beiderseits seicht gebuchtet. Diese beiden Ränder stossen seitlich und vorne unter einem spitzen abgerundeten Winkel zusammen. Die Oberfläche ist fein nadelrissig und auf der vorderen Hälfte befindet sich eine seichte Mittelfurche.

Der Meso- und Metathorax zeigen keine auffällige Bildung, sind beide von gleicher Grösse und gleichen den Abdominalsegmenten.

Das Abdomen ist aus neun Ringen zusammengesetzt. Das erste Segment ist kurz, die folgenden sind etwas länger, unter einander gleichlang. Vom ersten angefangen nehmen sie an Breite und Dicke bis zum vierten allmälig zu, vom fünften an aber wieder allmälig, jedoch stärker, ab.

Das Analsegment ist mit mehreren sehr charakteristischen Appendices versehen, welche höchst wahrscheinlich zur Erhöhung der Fortbewegungsfähigkeit der Larve dienen. An Stelle der diesem Segmente fehlenden Verbindungshaut verläuft in der Verlängerung der Richtung des Connexivum der vorhergehenden Leibesringe eine Naht, wodurch dasselbe in zwei deutliche, ungleich grosse Hälften abgeschnürt wird. Der grössere dorsale Theil des Segments läuft in zwei aufwärts stehende und nach vorwärts gekrümmte braune Hornhaken aus, während der kleinere ventrale Theil in eine kreisförmig begrenzte Wulst endigt, in

deren Mitte der — von den coni anales umgebene — Anus liegt. Oberhalb dem Anus befindet sich ein solider, fleischiger, horizontal abstehender Zapfen und unterhalb desselben stehen beiderseits kleine, mit zwei flachen, braunen, hornigen Plättchen von unregelmässiger Form gezierte, stumpfe Höcker.

Die Beine bestehen aus drei fast gleichlangen Gliedern, die auf abgestutzt-kegeligen Hüften sitzen und mit einzelnen abstehenden Borstenhaaren versehen sind. Die allmälig an Dicke abnehmenden Glieder sind konisch, das letzte mit einer kurzen, kaum merkbar gebogenen Klaue bewaffnet.

Stigmen. Die Larve hat neun Stigmenpaare, von denen das erste Paar grösser als die übrigen ist und in dem Connexivum zwischen Pro- und Metathorax, nahe dem Hinterrande des ersteren, liegt. Die folgenden kleineren acht Paare sind nicht mehr im Connexivum selbst, sondern in den Winkeln des ersten bis achten Abdominalsegments, in der Nähe des vorderen und unteren Randes eines jeden Segmentes gelegen, befinden sich also auf der Dorsalseite des Körpers. Die ersten sieben Paare haben die Ellipsen-, das letzte Paar hingegen die Kreisform. Alle sind grubig vertieft, von einem erhabenen Ringe begrenzt und braun.

Die Puppe.

Körper langgestreckt, schmal, etwas flach gedrückt und von derselben Färbung wie bei der Larve.

Kopf stark geneigt, an die Vorderbrust dicht anliegend, äusserst fein und seicht gerunzelt, mit ab- und zerstreut stehenden kleinen Dornen besetzt, von denen zwei am Scheitel stärker entwickelt sind und wie Hörnchen in die Höhe ragen.

Fühler frei, unbedeckt, hinter die vor- und abstehenden Kniegelenke der Vorder- und Mittelbeine geschwungen, an den Körper angelegt.

Kiefertaster sehr gross, anliegend, das Prosternum und einen Theil des Mesosternums bedeckend, mit ihrer Spitze nahezu den Hinterrand des letzteren erreichend. Die Conturen der vier einzelnen Glieder schimmern durch die sie einhüllende Puppenhaut hindurch.

Lippentaster klein, nur ihre Spitze zwischen den Grundgliedern der Kiefertaster sichtbar.

Mandibeln gross, deutlich.

Halsschild wie der Kopf gerunzelt und bedornt.

Mesosternum durch einen konisch geformten, an seiner Spitze abgerundeten Fortsatz des Prosternum in zwei Theile vollkommen getrennt.

Metasternum lang gestreckt, so lang als Pro- und Mesosternum zusammengenommen, sein Hinterrand mit einem kurzen Einschnitte in der Mitte, der sich in eine allmälig seichter werdende, im vorderen Längendrittel verschwindende Furche fortsetzt.

Mesonotum viereckig, breiter als lang, mit einer seichten Mittelrinne, neben welcher in der Mitte beiderseits ein horizontal nach auswärts gerichteter Dorn steht.

Metanotum doppelt so lang als das Mesonotum, mit bogenförmig nach rückwärts erweitertem Hinterrande, einer seichten Mittelrinne und sechs Dornen, von denen vier, einen flachen Bogen bildend, auf der Rückenmitte und zwei nahe dem Hinterrande sich befinden.

Die Flügeldecken sind mit schwachen, aber deutlichen Längsstreifen versehen und reichen mit ihrer Spitze bis zum Hinterrande des zweiten (der sechs auf der Unterseite sichtbaren) Abdominal-Segmentes.

Von den Beinen sind die beiden ersten Paare aufsteigend. Das vordere reicht bis in das letzte Dritttheil des Metasternum herab, und das mittlere, an welchem auch die Dornen der Tibienspitzen sichtbar sind, bis zur Mitte des zweiten Abdominal-Segments. Das hintere absteigende Paar, dessen Schenkel und Tibien unter den Flügeln versteckt liegen, erreicht den Hinterrand des vierten Ringes.

Das Abdomen ist fein nadelrissig. Auf der Bauchseite sind sechs, auf der Rückenseite acht Ringe sichtbar, seine Dorsalfläche und die Seitenränder mit ab- und auswärts gerichteten Dornen besetzt.

Das Analsegment trägt auf seiner Rückenseite vier in einer Querreihe stehende, besonders kräftige Dornen, von denen zwei und zwei einander genähert sind. Am meisten ausgezeichnet ist der Rücken des vorletzten Körperringes durch die an seiner Spitzenhälfte befindliche Erhöhung, welche ich Ctenidium hypopygiale nenne. Es besteht aus einem in seiner Mitte durch eine Einschnürung unterbrochenen Kamme, welcher zwar fleischig, aber sehr stark chitinisirt ist und quer über das Segment lauft. Die Erhöhung eines jeden dieser zwei durch die Einschnürung getrennten Theile endigt wieder in zwei sehr grosse, etwas nach aus- und auf-, respective vorwärts gekrümmte Stacheln. Nebst diesen besonderen Auszeichnungen sind diese beiden Segmente ausserdem noch mit mehreren symmetrisch vertheilten kleinen Dornen versehen, die in ihrer Form und Grösse von denen der vorhergehenden Leibesringe nicht abweichen. Auf der Ventralseite des Abdomen befinden sich auf jedem Ringe nur zwei Dornen, von denen je einer nahe dem Seiten- und Hinterrande eines jeden Segments steht.

Stigmen. Nur sechs Stigmenpaare sichtbar. Sie liegen in dem stark längsgerunzelten Connexivum des Abdomens, hart am Vorderrande der Ringe, sind oval und erhaben gerandet.

Nährpflanzen, Lebensweise und Frass.

Ohne die Angaben über das Vorkommen auf der Fichte und anderweitigem Nadelholze, die sich auch alle nur auf das vollkommene Insect beziehen, in Abrede stellen zu wollen, bezweifle ich doch, dass der Käfer in anderem, als dem Holze der Tanne (*Abies pectinata* DC.) lebt, da ich ihn bisher stets nur aus diesem erzogen habe und meine diessfalls gemachten Erfahrungen seinem angeblichen Vorkommen auch in anderen Hölzern widersprechen. Ich habe z. B. grosse Mengen Fichtenholz eingezwingert, habe durch Zucht die verschiedensten Thiere daraus erhalten, nie jedoch einen *Serropalpus*. Ein gleiches Resultat lieferten eingezwingerte Holzstücke der Weisskiefer. Nebstbei bemerke ich noch ausdrücklich, dass diese Holzstücke denselben Walddistricten entnommen waren, aus denen das von *Serropalpus* befallene Tannenholz stammte.

In dem Holze der Tanne habe ich seine Larven zumeist gemeinschaftlich mit den Larven der *Sirex spectrum* L. gefunden, ohne dass diess jedoch Regel wäre, da er ebenso gut in Hölzern lebt, die von *Sirex* nicht befallen sind. Stets findet man seine Larven in den Stammtheilen, nie in den Aesten des Baumes, gleichviel ob erstere sich im runden oder geklobenen Zustande befinden. Er befällt daher Klafterholz ebenso wie ganze Stämme und Klötze. Diese Wahrnehmung machte ich im Winter 1873/74 gelegentlich einer Jagd, bei welcher Tannenscheite zum Anlegen eines Feuers gespalten wurden, wobei eine Menge von *Serropalpus*-Larven zum Vorschein kamen. Diese Scheite, welche von einem gesunden,

im vorhergehenden Sommer gefällten und aufgeklafterten Baume stammten, konnten nur in geklobenem Zustande von dem Käfer befallen worden sein, weil meiner Erfahrung nach gesunde lebende Bäume nie von ihm angegangen werden und weil auf den Spaltflächen dieser Scheite nicht die geringste Spur eines Larvenganges, respective eines Frasses wahrnehmbar war. Dieses im Sommer gefällte Holz, welches überdiess noch in dem tiefen Schatten eines dichten Tannen-Unterwuchses stand, daher nicht rasch austrocknen konnte, bot dem Käfer eine willkommene Brutstätte.

Beim stehenden Holze ist ein gewisser Krankheitsgrad Bedingung, um den Käfer zum Ablegen seiner Eier anzulocken. Er wählt daher zu diesem Zwecke entweder durch Sturm geschobene und in ihrem Wurzelsystem gelockerte, oder aber entgipfelte; theils auch durch verschiedene Verwundungen an den Stammpartien (Schälen, Anplätten etc.) oder durch andere Einflüsse in einen krankhaften Zustand versetzte Bäume.

Am liegenden Holze legt er seine Eier — wie es fast ausnahmslos alle in Hölzern lebende Insecten thun — nur an berindete, oder doch wenigstens noch theilweise mit Rinde versehene Holzstücke, wahrscheinlich desswegen, weil sie berindet weniger rasch und vollkommen austrocknen, daher die zur Entwicklung des Insects so nothwendige Feuchtigkeit länger bewahren.

Der Frass unterscheidet sich durch nichts von dem der *Sirex*-Larven. Die mit dem feinen Wurmmehle dicht gefüllten, scharf geschnittenen Gänge sind cylindrisch, verlaufen in verschiedenen Krümmungen von der Peripherie des Stammes in das Innere des Holzkörpers, wenden sich dann wieder gegen die Oberfläche und endigen bald näher, bald entfernter unter derselben in das Puppenlager. Dieses ist ein dem Larvengang conformer hohler Raum ohne jede weitere Ausstattung. Nach vollzogener Metamorphose wird vom ausgebildeten Käfer die ihn von Aussen absperrende Holzwand durchgebissen und er verlässt durch ein kreisrundes Flugloch seine Wiege.

Die Entwicklungs- und Flugzeit des Käfers scheint eine sehr ungleiche zu sein. Man findet ihn im Frühjahre und den ganzen Sommer hindurch bis in den Herbst.

Die Generationsdauer dürfte eine zweijährige sein.

Schaden, Palliativ- und Vertilgungsmittel.

Aus dem früher Gesagten resultirt, dass der Käfer mehr in technischer als in physiologischer Hinsicht dem Holze schädlich ist.

Radicale Vertilgungsmittel lassen sich wohl kaum gegen ihn in Anwendung bringen, um so erfolgreicher dürften jedoch Vorbeugungs-Massregeln ergriffen werden können. Hieher würden gehören:

Beim stehenden Holze.

Sorgfältiges Entfernen der durch mechanische Einflüsse beschädigten und in Folge dessen kränkelnden Stämme, dann fleissiges und mit entsprechender Aufmerksamkeit betriebenes Durchforsten der Stangenholz-Bestände.

Beim gefällten Holze.

Sofortiges Entrinden der Stämme nach der Fällung, eventuell ihre rasche Ausfuhr aus dem Walde, ferner Aufzainung der Brennhölzer an freien, luftigen Orten, damit sie rasch und vollständig austrocknen können, falls sie nicht nach dem Einschlag sofort zur Ausfuhr gelangen könnten und längere Zeit im Walde stehen bleiben sollten.

Ausserdem dürfte sich, wo es thunlich ist, Rodung der Stöcke oder mindestens tiefer Abhieb (Auskesseln) der Bäume empfehlen.

Selbstverständlich ist wohl, dass der Forst auch von Lagerhölzern rein gehalten werden muss.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Larve des *Serropalpus barbatus* Schall.

Fig. 1 A. Kopf und Mundtheile der Larve von unten gesehen mit dem das vorderste Beinpaar tragenden Prosternum.

Fig. 1 B. Profilansicht des Analsegmentes der Larve nebst dem vorhergehenden Abdominalringe, auf welchem eine Stigme des letzten Paares sichtbar ist.

Fig. 1 C. Dieselben Körpertheile. Ventralansicht.

Fig. 2. Puppe. Ansicht der Ventralseite.

Fig. 2 A. Puppe. Ansicht der Dorsalseite.

Fig. 2 B. Profilansicht des Analsegmentes der Puppe nebst dem vorhergehenden, das Ctenidium hypopygiale tragenden Körperringe. Auf letzterem ist auch eine der im Connexivum gelegenen Stigmen sichtbar.

Fig. 3. Tangential-Spaltfläche eines Stammstückes der Tanne (*Abies pectinata* DC.) mit den Frassgängen der Larve des *Serropalpus barbatus* Schall.

Fig. 3. in natürlicher Grösse, alle übrigen Figuren mehr oder weniger vergrössert.

II. *Retinia margarotana.* HS.

(Mit Tafel XVI.)

Literatur.

Herrich-Schaeffer (Gottl. Aug. Wilh.): Systematische Bearbeitung der Schmetterlinge von Europa, als Text, Revision und Supplement zu J. Huebner's Sammlung europäischer Schmetterlinge. Regensburg, Manz 1843—1856.

v. Heinemann (H.): Die Schmetterlinge Deutschlands und der Schweiz, systematisch bearbeitet, nebst analytischen Tabellen zum Bestimmen der Schmetterlinge. Zweite Abtheilung, Kleinschmetterlinge. Braunschweig, Schwetschke & Sohn.

Ratzeburg (J. T. C.): Die Waldverderbniss oder dauernder Schade, welcher durch Insectenfrass, Schälen, Schlagen und Verbeissen an lebenden Waldbäumen entsteht. Zugleich ein Ergänzungswerk zu der Abbildung und Beschreibung der Forstinsecten. Berlin, Nicolai 1866—1868.

Staudinger (O.) und Wocke (M.): Catalog der Lepidopteren des europäischen Faunengebiets. Dresden, Staudg. & Burdach 1871.

Wocke (M.): Verzeichniss der Falter Schlesiens. Zeitschrift für Entomologie. Herausgegeben vom Verein für schlesische Insectenkunde zu Breslau. Breslau, Maruschke & Brandt 1874.

Altum (Bernard): Forstzoologie. Berlin, J. Springer 1872—1875.

Nomenclatur.

Da das Thier keinen synonymen Namen hat, könnte eine Verwechslung höchstens mit der gleichnamigen *margarotana* Dup. — einer Varietät der *zephyrana* Tr. aus der Gattung *Cochylis* — stattfinden, was aber bei Beachtung der Autorennamen nicht leicht denkbar ist.

Geographische Verbreitung und Allgemeines.

Dr. Wocke gibt in dem Staudinger'schen Katalog [1]) Deutschland und Griechenland als Vaterland des Thieres an. Es scheint jedoch eine weit grössere Verbreitung zu haben,

[1]) l. c. pag. 247.

dasselbe ist aber noch zu wenig gekannt und beobachtet. Herr v. Hornig hat den Schmetterling auch in Böhmen (Aussig) und ich selbst in Galizien (den Beskiden) gefunden.

Er tritt mithin sowohl in der Ebene wie im Gebirge auf.

Der Falter ist erst seit 1845, wo ihn zuerst Herrich-Schaeffer [1]) abbildete, bekannt; wurde (1863) von Heinemann [2]) beschrieben; 1868 von Ratzeburg [3]) durch Wort und Bild [4]) in der Fachliteratur als forstschädliches Insect eingeführt; seine Entwicklungsgeschichte ist aber noch unbekannt.

Beschreibung der Metamorphosen.

Die Raupe.

In der Gestalt weicht die Raupe von der der übrigen Retinien nicht wesentlich ab, ist jedoch etwas schlanker und walzenförmiger als z. B. *bouoliana*; gegen das Körperende mässig verdünnt.

Ihre Länge im erwachsenen Zustande beträgt 20—25 Mm.

Die Grundfarbe ist ein helles Rosaroth, welches mit einem gelblichen Schimmer übergossen ist. Am intensivsten tritt diese Färbung in den Körperseiten und dem Bauche auf. Ueber den dunklen Rücken laufen zwei helle Streifen von der Farbe des Grundtones, die eine dunkle Rückenlinie einschliessen.

Der rundliche, ziemlich flache Kopf und das durch eine Mittellinie getheilte Nackenschild sind glänzend hell-rothbraun mit einzelnen abstehenden, bräunlichen Haaren besetzt. Gabellinie deutlich und tief. Unterhalb des Nackenschildes liegen beiderseits vor den Luftlöchern nach oben und rückwärts scharf begrenzte, nach unten und vorwärts verwaschene, braune, hornige Flecke.

Auf dem Rücken des Mittelbrust-Ringes stehen an den äusseren Grenzen der hellen Rückenlinien beiderseits längliche braune Hornplättchen, von denen je zwei Haare abstehen. Neben jedem dieser Hornplättchen befindet sich nach ausserhalb ein horniger Ring, aus dessen (hellem) Mittelpunkt ein Haar entspringt, das sich durch bedeutende Länge vor den übrigen auszeichnet.

Der Hinterbrust-Ring trägt ebenfalls die länglichen Hornplättchen, es fehlen ihm jedoch die beiden Ringe, an deren Stelle sich je zwei braune Wärzchen mit abstehenden Haaren befinden.

Die folgenden Segmente sind auf der Rückenmitte blos mit vier einfachen haartragenden Wärzchen geziert, welche in zwei hintereinander liegenden Querreihen stehen.

Am vorletzten Segmente, und zwar oberhalb der Luftlöcher, stehen wieder solche hornige Ringe wie am Mittelbrust-Rücken.

Ausserdem treten noch auf den Körperseiten haartragende Wärzchen auf, von denen am Meso- und Metanotum je zwei hintereinander, auf den Abdominal-Segmenten je zwei

[1]) l. c. IV. Taf. 21. Fig. 148.

[2]) l. c. I. 1. pag. 95.

[3]) l. c. II. pag. 410. Taf. V. Fig. 14.

[4]) Die Abbildung ist schlecht.

untereinander stehen, und zwar so, dass die Luftlöcher dieser Segmente in der Mitte zwischen ihnen liegen.

Die Brustfüsse sind blass gelbbraun, die acht Bauchfüsse und die Nachschieber von der Färbung der Unterseite.

Die Afterklappe ist elliptisch, dick und hat beiderseits der hellen Mittellinie einen dunklen Fleck.

Stigmen kreisrund, glänzend braun, neun Paare an der Zahl, das erste und letzte Paar grösser als die übrigen.

Die Puppe.

Die Puppe ist bis zehn Mm. lang, gedrungen gebaut, hell-rothbraun, glänzend.

Stirne gewölbt, mit zwei aufwärts stehenden Haaren.

Augen deutlich vortretend, zwischen denselben vier abstehende Härchen.

Flügelscheiden schwach gerippt, kurz und breit, über die Hälfte des Körpers reichend.

Fühler bis zur Spitze der Mittelbeine gehend.

Thorax-Rücken sanft gewölbt, glatt, mit einer undeutlich vertieften Mittellinie.

Abdominal-Segmente auf ihrer Dorsalseite mit zwischen den Luftlöchern liegenden Querreihen dicht gedrängter nach Aussen stehender Stacheln, von denen die sechs ersten Segmente zwei, die folgenden zwei Segmente blos eine Reihe tragen.

Die Afterspalte ist mit zwölf aus kleinen Tuberkeln entspringenden, langen, an ihrer Spitze hakenförmig gebogenen Borsten umkränzt.

Die Luftlöcher sind kreisrund und in ihrer Nähe stehen bei jedem zwei nach abwärts gerichtete Haare.

Der Cocon

hat eine eiförmige Gestalt, ist aus feinen weissen Fäden gewebt, in der Regel jedoch an seiner Oberfläche durch Harz mit Kothkrümeln überklebt.

Der Schmetterling.

Mit Rücksicht darauf, dass mit Ausnahme der Ratzeburg'schen kurzen, ungenügenden Diagnose und der schlechten Abbildung die forstliche Literatur keine genaue Beschreibung des Schmetterlinges enthält, Heinemann's Werk aber nicht Jedermann zugänglich sein dürfte, gebe ich des Letzteren Beschreibung hier wörtlich wieder. Sie lautet:

> „Vorderflügel braunroth, mit dicken, fein schwarz gesäumten, veilgrauen Bleilinien, der Kopf und die langen Palpen rostbraun. $3^1/_4$—4 L."
>
> „Die Vorderflügel schmäler als bei *turionana*, mehr gleich breit, ihr Vorderrand fast gerade. Die Bleilinien sind röthlich veilgrau, zum Theil abgesetzt, sehr breit, so dass die Grundfarbe nur in schmalen, theilweise unterbrochenen, im Saumfelde mehrfach unter einander verzweigten Streifen übrig bleibt. Die Vorder-

randhäkchen wenig auffallend, klein und undeutlich doppelt, das erste ist scharf weiss und bis zu dem oberen der beiden ziemlich deutlichen weissen Augenpunkte fortgesetzt. Die Fransen hinter der scharf dunklen Theilungslinie glänzend grau. Die Hinterflügel in beiden Geschlechtern bräunlich grau mit hellgrauen Fransen. Unten sind die Vorderflügel braungrau, die Hinterflügel heller, am Vorderrande weisslich mit dunklen Quersprenkeln. Der Kopf, die denselben um Kopfeslänge überragenden Palpen und der Halskragen sind rostbraun, der Thorax veilgrau, der Hinterleib mäusegrau."

Nährpflanzen, Lebensweise und Frass.

Die Ergebnisse der bisherigen Beobachtungen stimmen darin überein, dass die Raupe nur auf Coniferen, und zwar der Kiefer, Fichte und Tanne lebt; das Thier würde daher unter die bedingten Monophagen der Forstinsecten gehören.

v. Heinemann [1]) gibt an, dass der Falter „zwischen Föhren" vorkomme.

Ratzeburg [2]) citirt die betreffende Stelle aus einem Briefe Hochhäusler's, welcher schreibt, dass er den Schmetterling mit *turionana* und *bouoliana* zusammen aus den Quirlknospen einer zwölfjährigen Kiefern-Schonung erzogen hat.

Wocke [3]) führt gleichfalls Kiefernwälder als Fundort an und fügt noch bei, dass Herr Czegley in Troppau ein Exemplar aus einem Kieferzapfen erzogen habe.

Von mir wurden in Galizien durch mehrere Jahre hindurch die Raupen in grosser Menge in den Zapfen der Tanne gefunden und der Schmetterling daraus erzogen.

Nur einmal erhielt ich ein einzelnes Exemplar und zwar, wie ich aus den Aufzeichnungen in meinen Tagebüchern entnehme, am 18. Januar aus Fichtenzapfen, die ich im vorhergehenden Herbste eingezwingert hatte. In diesen Fichtenzapfen hatten *Ernobius abietis* Fabr. und *Grapholitha strobilella* L. gehaust, von denen sich ersterer in grosser Menge, letztere in mehreren Exemplaren daraus entwickelten.

Aus den Zapfen der Tanne habe ich nebst einer grossen Zahl der *margarotana* auch ein Stück der *Dioryctria abietella* Zk. erhalten.

Herr v. Hornig erzog den Wickler nebst einigen Stücken der *abietella* ebenfalls aus Tannenzapfen, welche aus Böhmen (Aussig an der Elbe) stammten.

Die Raupe scheint also hauptsächlich in Zapfen zu leben, namentlich aber die der Tanne mit besonderer Vorliebe anzugehen und sie allen anderen vorzuziehen. Die von ihr befallenen Tannenzapfen sind meist vollständig zerstört, da nicht selten sechs bis acht Raupen in einem Zapfen fressen.

Hauptsächlich werden die Nüsschen und die Schuppen an ihrer Basalhälfte ganz oder theilweise ausgefressen, hie und da wohl auch die Zapfenspindel etwas benagt.

[1]) l. c. pag 96.

[2]) l. c. II. pag. 410.

[3]) l. c. pag. 26.

Die Gänge im Innern der Zapfen sind mit den braunen Kothkrümeln angefüllt, die zum Theil auch durch Auswurfslöcher ausgestossen werden, vor welchen sie dann gewöhnlich, theils durch Gespinnstfäden, theils durch Harzausfluss festgehalten, in grossen Klumpen hängen.

Die Verpuppung erfolgt in dem vorhin beschriebenen Cocon, welcher in der Regel zwischen den Schuppen an der Zapfenspindel angesponnen wird oder aber auch in einem ausgefressenen Nüsschen steckt.

Solche von den Raupen bewohnte Zapfen sind theils an dem ausgestossenen Koth, dann aber auch an dem durch den Frass verursachten Harzausfluss und ihrer in vielen Fällen gekrümmten Form leicht kenntlich.

Von diesen Zapfen fallen im Herbste zur Zeit der Samenreife die Schuppen und Samen je nach dem Grade der Zerstörung entweder nur unvollständig oder gar nicht ab, weil sie durch den starken Austritt des Harzes während der Frassperiode, welches später selbstverständlich erhärtet, untereinander und mit der Zapfenspindel verklebt werden.

Die Puppen überwintern somit in den Zapfen am Baume und daher mag es wohl auch kommen, dass der Wickler noch so wenig bekannt ist und allgemein als selten gilt, weil der hoch in den Baumkronen sich entwickelnde und schwärmende Schmetterling nur zufällig tiefer herab oder zum Boden gelangt.

Die Flugzeit des Wicklers fällt in den April und Mai, die Eier werden somit höchst wahrscheinlich auf den noch ganz jungen Zapfen abgelegt.

Schaden, Palliativ- und Vertilgungsmittel.

Der durch die Raupen verursachte Schaden kann unter Umständen ein sehr bedeutender sein, da wie bereits früher erwähnt, die von ihnen bewohnten Zapfen meist vollständig zerstört werden.

Am empfindlichsten dürfte er aber in solchen Localitäten fühlbar werden, wo eine natürliche Verjüngung der Tannenbestände durch Besamungsschläge angestrebt wird, weil die Wickler in diesem Falle, nach dem Einlegen des Vorbereitungs-, noch mehr aber nach dem des Dunkelschlages wegen Entziehung einer grossen Menge Brutmaterials, sich nothgedrungen auf den Samenbäumen concentriren und darauf in unverhältnissmässiger Zahl vermehren werden, wodurch eine gleichmässige und zeitgemässe natürliche Besamung der Fläche sehr problematisch wird.

Lässt man Zapfen zum Zwecke des künstlichen Anbaues sammeln und sind dieselben von Raupen bewohnt, so kann der Schade nach Massgabe des eingesammelten Quantums mitunter auch ein nicht unbedeutender sein, zumal wenn man — abstrahirt von dem Verlust des Samens — den bei dieser Holzart so kostspieligen Sammlerlohn in Betracht zieht; man hat aber dadurch gleichzeitig das einzige wirksame Mittel zu ihrer Vertilgung in der Hand.

Zu diesem Behufe müssen die Zapfen sofort nach dem Einsammeln sortirt und die befallenen verbrannt werden.

An solchen Orten, wo die Abstockung der Schläge grösstentheils oder ausschliesslich im Sommer erfolgt, kann an den gefällten Bäumen das Einsammeln und Verbrennen der

bewohnten Zapfen mit verhältnissmässig geringen Kosten bewerkstelligt und dadurch einer weiteren Verbreitung und schädlichen Vermehrung des Insects wirksam vorgebeugt werden, da sich anderweitige Vertilgungs- oder Palliativmittel entweder nur sehr schwer oder gar nicht anwenden lassen werden.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Raupe der *Retinia margarotana* HS.

Fig. 1 A. Kopf und Mundtheile der Raupe von unten gesehen, nebst dem Prosternum und dem vordersten Beinpaar.

Fig. 1 B. Kopf, Prothorax, Mesonotum, Metanotum und dem ersten Abdominalringe der Raupe.

Fig. 1 C. Das vorletzte und das letzte Körpersegment der Raupe mit der Afterklappe und den Nachschiebern.

Fig. 2 A. Puppe. Ventralansicht.
Fig. 2 B. Puppe. Profilansicht.

Fig. 2 C. Analsegment der Puppe mit dem die Afterspalte umgebenden Kranz von Hakenborsten.

Fig. 2 D. Dorsalfläche eines Körperringes der Puppe mit den darauf befindlichen Stachelreihen.

Fig. 2 E. Eine einzelne der an ihrer Spitze hakenförmig gekrümmten Analborsten der Puppe sammt dem Tuberkel, aus dem sie entspringt.

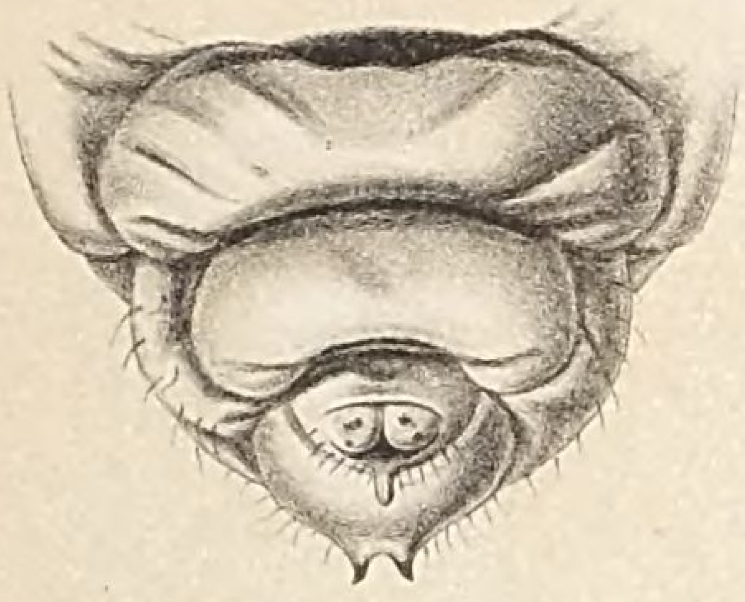
Fig. 3. Ein von Raupen der *margarotana* bewohnter Zapfen der Tanne *(Abies pectinata* DC.), auf welchem die Auswurfslöcher, Kothklumpen und der durch den Frass hervorgerufene Harzausfluss sichtbar ist.

Fig. 3 A. Eine Zapfenschuppe mit den beiden noch daran haftenden, von der Raupe ausgefressenen Nüsschen.

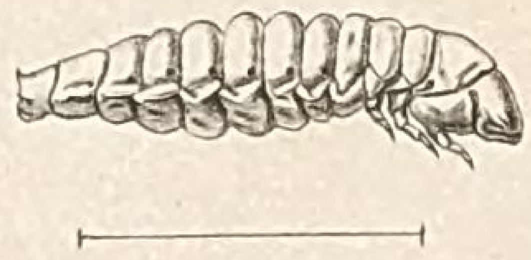
Fig. 3 B. Bruchstück eines Zapfens mit zwei Cocons und den daraus hervorstehenden Puppenhülsen nach dem Auskriechen der Schmetterlinge.

Mit Ausnahme der in natürlicher Grösse dargestellten Figuren 3, 3 A und 3 B sind alle übrigen Figuren mehr oder weniger vergrössert.

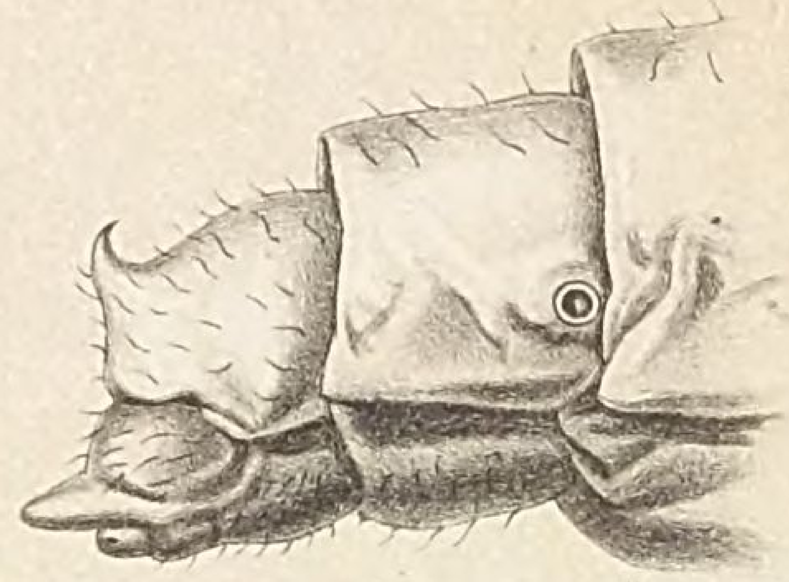
1. C.



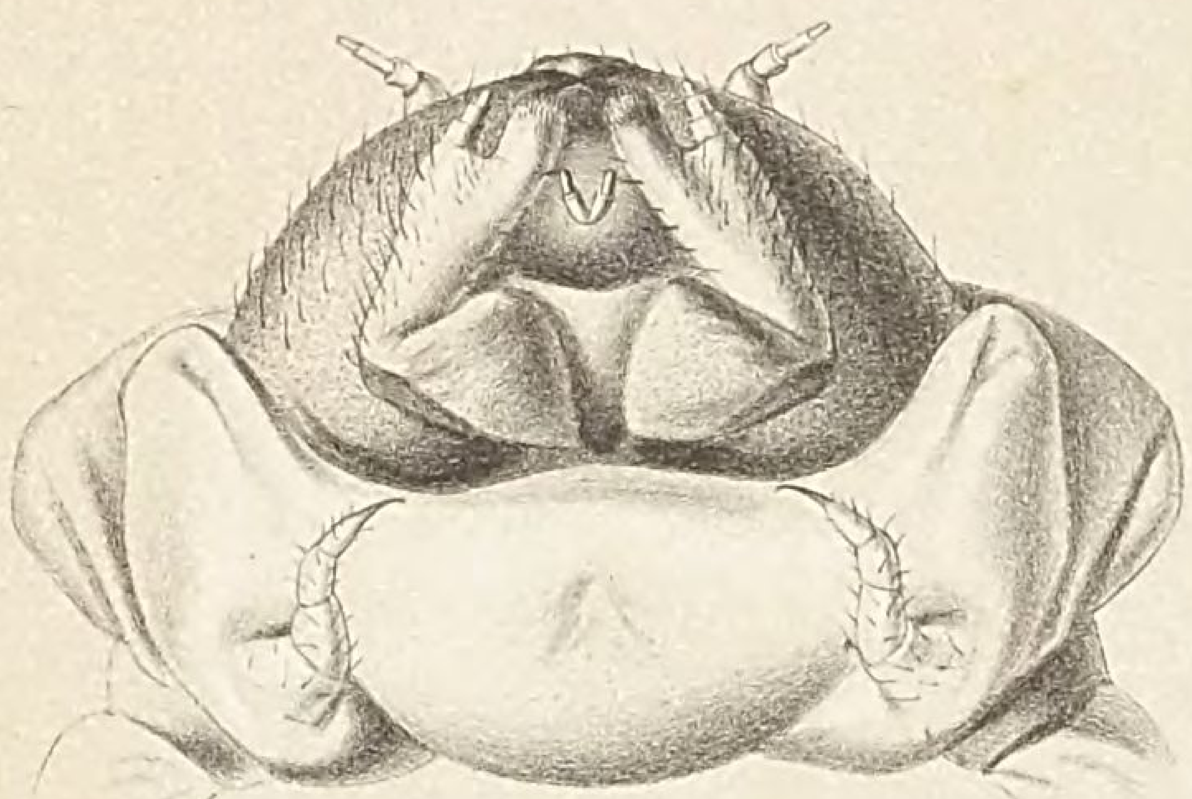
1.



1. B.



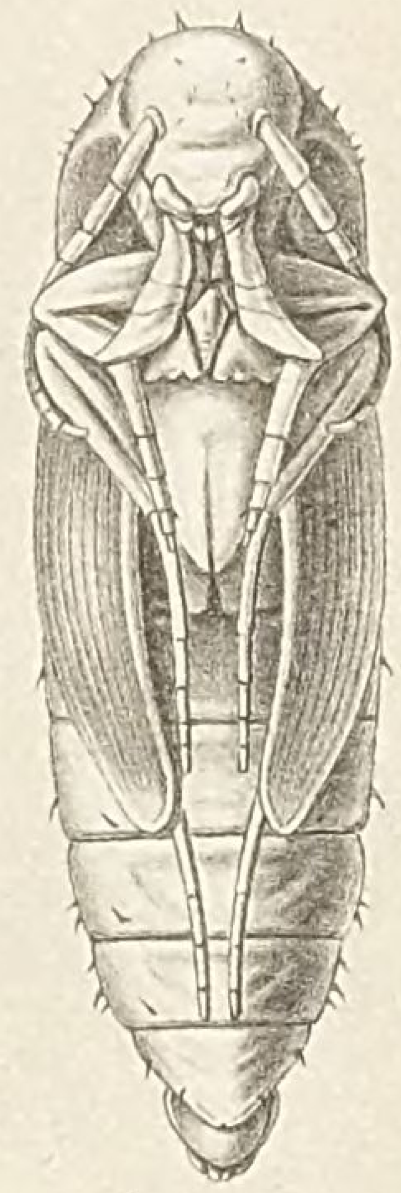
1. A.



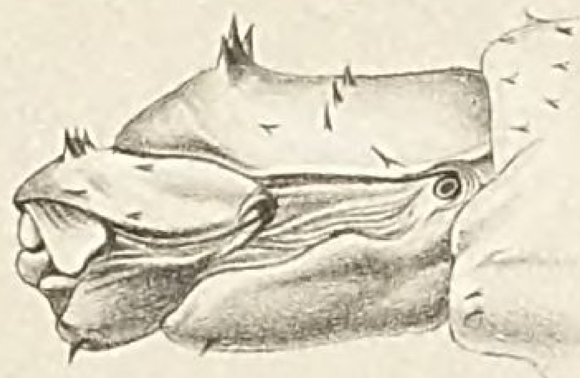
2. A.



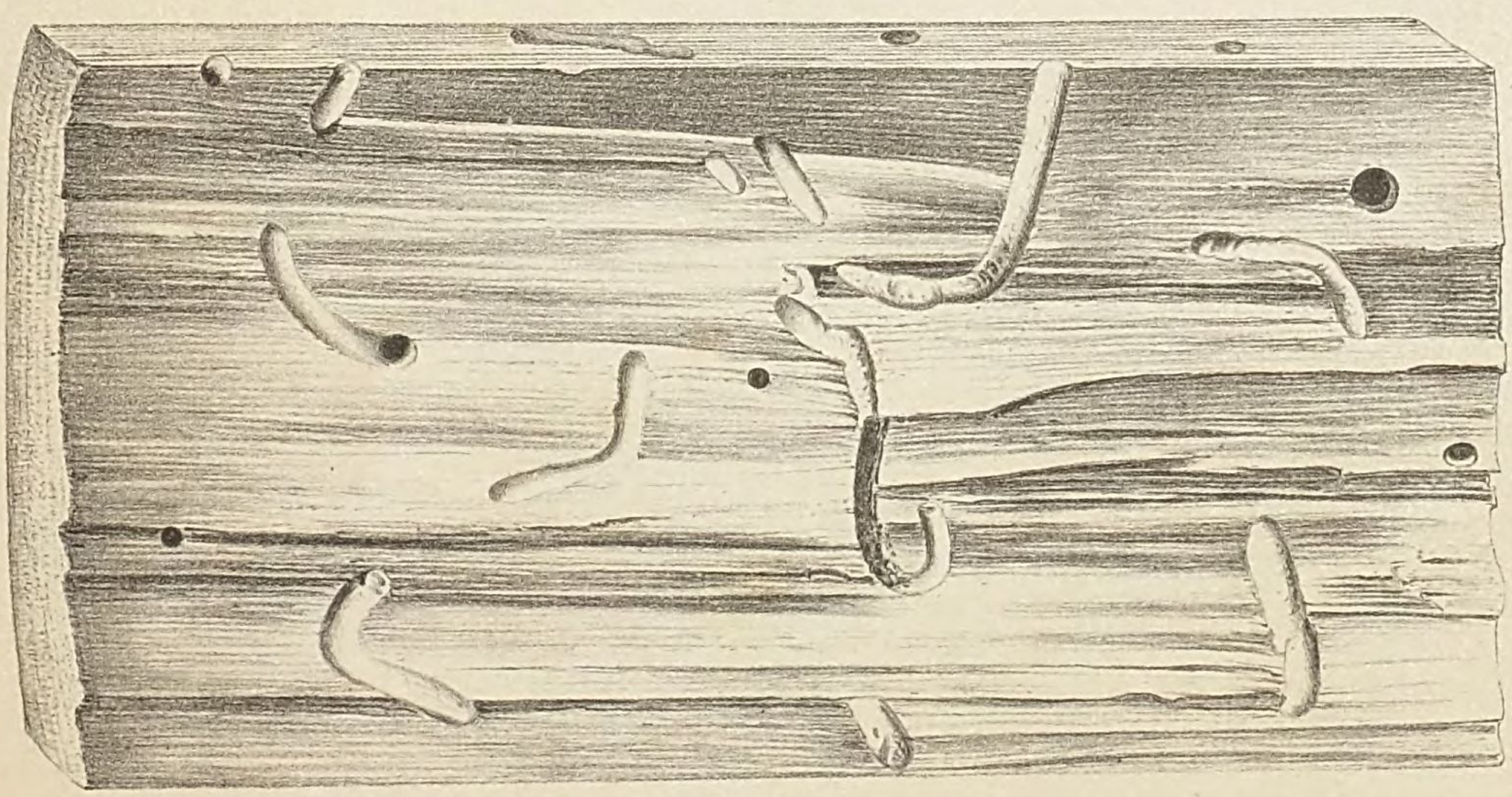
2.



2. B.



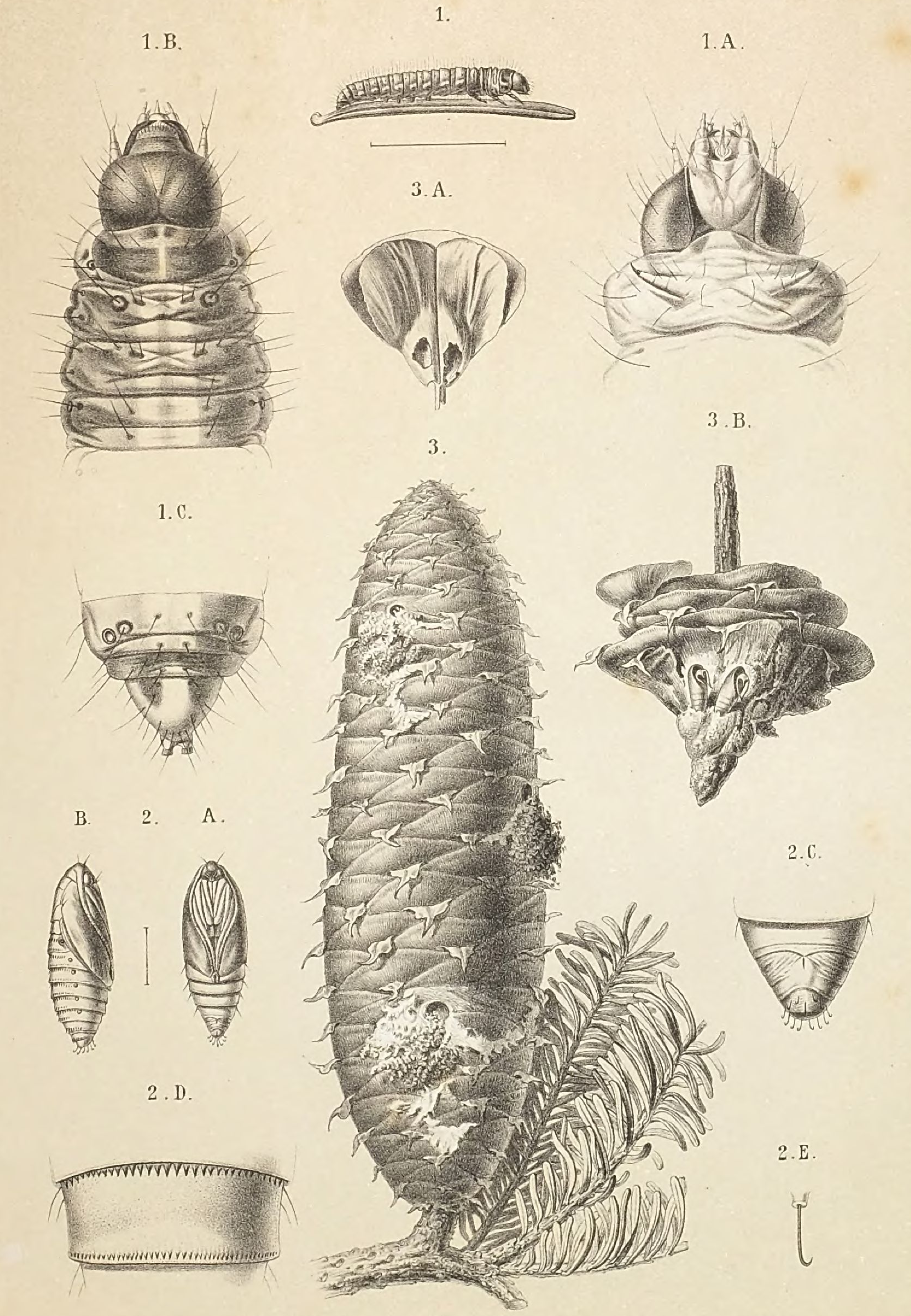
3.



F. Wachtl, Serropalpus barbat. Schall.

Gez. u. lith. N. Streicher

K. k. Hof-Chromolith. v. Ant. Hartinger & Sohn, Wien.



F. Wachtl, Retinia margarotana H. S. gez. u. lith. M. Streicher. K. k. Hof-Chromolith. v. Ant. Hartinger & Sohn, Wien.

Ueber den Einfluss der Bodenbeschaffenheit auf die erste Entwickelung der Schwarzföhre (*Pinus Laricio*).

Von

Dr. Joseph Moeller.

Am 4. Juli 1875 wurden von Dr. W. Velten je 200 Samen von *Pinus Laricio* Poir. in folgende Bodenarten [1]) gesäet:

I. Kalkboden, d. i. Gemenge von gelöschtem Kalk mit schlechtem Gartengrund.
II. Moorerde.
III. Lehm.
IV. Lauberde.
V. Sand.
VI. Düngererde.
VII. Haideerde.
VIII. $^1/_2$ Lehm, $^1/_4$ Sand, $^1/_4$ Düngererde.
IX. $^1/_3$ Lehm, $^2/_3$ Lauberde.
X. Sandiger Kalk von einer alten Mauer abgeschabt.
XI. Gypsboden, d. i. Gemenge aus Gyps mit Gartengrund.
XII. Nadelabfälle.
XIII. Kleine Steine, etwa haselnussgrosse Geschiebe aus Kies.
XIV. Grosse Steine, nussgrosse Geschiebe aus Kies.
XV. Kalkerde aus dem botanischen Garten.

Am 12. April 1877 entnahm ich die Pflänzchen ihrem Mutterboden und theilte sie in vier Portionen.

Einen Theil versetzte ich auf ein Beet in einem reservirten Theile des fürstl. Metternich'schen Gartens in Wien.

Den zweiten Theil versetzte ich auf ein Beet im botanischen Garten zu Mariabrunn. Die Zusammensetzung dieser beiden Bodenarten wird später untersucht werden.

Den dritten Theil setzte ich wieder in dem ursprünglichen Boden ein.

Endlich benützte ich einige Pflänzchen zur Untersuchung ihrer Wachsthumsverhältnisse.

[1]) Leider befanden sich in den hinterlassenen Papieren keine näheren Angaben über die Bodenarten noch über das Ziel des vorbereiteten Versuches.

I. Kalk.

Die Pflänzchen sind schwach, höchst wahrscheinlich verkümmert.

Die Hauptwurzel ist 18 Cm. lang, 1·8 Mm. dick und verdünnt sich plötzlich in einer Entfernung von 2·5 Cm. unter dem Wurzelholze. Der Durchmesser des Holzes beträgt 1·0 Mm., jener der Rinde 0·4 Mm. Die letztere ist auffallend arm an Harzgängen.

Der Stamm ist sehr verkürzt, nur 12 Mm. hoch bei einem Durchmesser von 2·0 Mm., von welchem 0·8 Mm. auf das Holz, 0·6 Mm. auf die Rinde entfallen. Holz und Rinde sind harzreich. Das Cambium ist etwas thätiger als in der Wurzel.

Der Stamm trägt 6—8 Blattpaare. Die Nadeln sind 3 Cm. lang, 1·1 Mm. breit und 0·65 Mm. dick. Die Berührungsfläche ist in der Mitte etwas ausgebucht (convex).

II. Moorerde.

Stamm und Wurzel kräftig entwickelt.

Die Hauptwurzel ist 27 Cm. lang, 2·2 Mm. dick, spärlich mit kurzen, zarten Nebenwurzeln besetzt. Ihr Holzkörper hat einen Durchmesser von 1·5 Mm. und umschliesst ein sehr enges, aus wenigen Zellen bestehendes Mark. Die Rinde ist 0·35 Mm. breit.

Der Stamm ist 5 Cm. hoch, 2·8 Mm. dick, mässig belaubt. Die Holzmasse ist bedeutend geringer als in der Wurzel, da sie nur einen Durchmesser von 1·2 Mm. besitzt und überdies ein weiträumiges Mark umschliesst. Dagegen ist der Rindenmantel 0·8 Mm. breit.

Die Nadeln sind 6 Cm. lang, 1·15 Mm. breit und 0·7 Mm. dick. An der Berührungsfläche fast vollkommen eben, die Aussenfläche sehr stark gekrümmt.

III. Lehmboden.

Zarte Pflänzchen mit kurzem Stamme, schmächtiger Wurzel und wenig entwickeltem Wurzelsystem.

Die Hauptwurzel ist 18 Cm. lang, 1·6 Mm. dick, gerade gestreckt und sich allmälig verjüngend. Die Nebenwurzeln, gering an Zahl und wenig verzweigt, sind schon am Ursprunge sehr zart und nur 8 Cm. lang. Der 1·0 Mm. starke Holzkörper wird von einer 0·3 Mm. dicken Rinde umgeben.

Das Holz des Stammes hat dieselbe Mächtigkeit, die Rinde ist aber mehr als doppelt so breit (0·7 Mm.). Der Stamm ist 2 Cm. hoch und trägt zahlreiche 6 Cm. lange Nadeln, die 1·5 Mm. breit und 0·65 Mm. dick sind, in ihrer Entwickelung demnach auffallend mit der sonst schwachen Pflanze contrastiren.

IV. Lauberde.

Reichbelaubte und stark bewurzelte Pflanzen.

Die Hauptwurzel ist 32 Cm. lang, 2·2 Mm. dick und trägt wenige aber starke Nebenwurzeln.

Ihr Holz misst im Durchmesser 1·3 Mm., wovon nur 0·2 Mm. auf das Mark entfallen. Die Rinde ist 0·45 Mm. breit sammt den etwa 20 Reihen neugebildeter Frühjahrszellen.

Der Stamm ist 2·5 Cm. hoch, 3·15 Mm. dick. Zwischen dem 1·0 Mm. breiten Rindenmantel und dem weiten Marke bleibt nur ein dünner Holzcylinder übrig von 1·15 Mm. Durchmesser.

Die Belaubung ist sehr dicht. Die Nadeln lang (7 Cm.), schmal (0·95 Mm.) und dick (0·7 Mm.), walzlich, da die Kanten verwischt und die Berührungsflächen stark gewölbt sind.

V. Sand.

Die Hauptwurzel ist 23 Cm. lang, nur 1·5 Mm. dick, die schwächste unter allen Versuchspflanzen. Die wenigen Nebenwurzeln entspringen in Abständen von 2—3 Cm., sind mit zahlreichen Würzelchen dritter Ordnung kammartig besetzt. Der Durchmesser des Holzes beträgt 1·0 Mm., jener der Rinde 0·25 Mm.

Der Stamm ist 2·5 Cm. hoch, 2·5 Mm. dick. Der Holzcylinder ist sehr dünn (0·9 Mm.) und enthält viel Mark. Die Rinde ist 0·8 Mm. breit.

Die Nadeln bleiben sehr kurz (2—3 Cm.) und sind auch weniger kräftig: 1·0 Mm. breit, 0·6 Mm. dick.

VI. Düngererde.

Die Hauptwurzel ist 10 Cm. lang, schwach wellig gebogen, im oberen Abschnitte 2·0 Mm. im Durchmesser haltend. Die obere Hälfte ist frei von Nebenwurzeln. Im unteren Abschnitte gehen in fast wagrechter Richtung spärlich verzweigte, zarte Nebenwurzeln in etwa Centimeter weiten Abständen ab. Sie sind an der Austrittsstelle zarter als die entsprechende Stelle der Hauptwurzel.

Das Wurzelholz hat 1·34 Mm. im Durchmesser und ist von einem 0·33 Mm. breiten Rindengürtel umgeben.

Der Stamm ist 3·5 Cm. hoch, 3·1 Mm. dick und dicht belaubt. Das Holz hat 1·5 Mm. Mächtigkeit, die Rinde 0·8 Mm.

Die Nadeln sind sehr lang (6—8 Cm.) und dünn, wie bei keiner anderen der Versuchspflanzen.

VII. Haideerde.

Die kräftigsten Pflanzen der ganzen Reihe mit Rücksicht auf den Gesammthabitus, wenngleich sie in einzelnen Dimensionen von anderen übertroffen werden.

Die Hauptwurzel, 15 Cm. lang, 3·0 Mm. dick, verjüngt sich gleichmässig. Die Nebenwurzeln sind nicht reichlich verzweigt.

Nur die in Gyps erwachsenen Pflanzen übertreffen das mächtige Wurzelholz von 2·0 Mm. Durchmesser. Die Wurzelrinde ist 0·5 Mm. breit.

Die Entwickelung des Stammes ist unerreicht. Er ist 7 Cm. hoch, 4·0 Mm. dick. Davon entfallen 2·0 Mm. auf das Holz, 1·0 Mm. auf die Rinde. Die weit vorgeschrittene Thätigkeit des Cambium lässt auf das Wohlbefinden der Pflanzen schliessen. Sie sind auch gut belaubt. Die Nadeln 8 Cm. lang, 1·2 Mm. breit, 0·65 Mm. dick.

VIII. $^1/_2$ Lehm, $^1/_4$ Sand, $^1/_4$ Düngererde.

Kräftige Pflanzen.

Die Hauptwurzel ist 17 Cm. lang, 2·8 Mm. dick in ihrem grösseren Antheile. Auch die Nebenwurzeln sind ungewöhnlich stark. Der Holzcylinder hat bei geringer Markentwickelung einen Durchmesser von 1·6 Mm., die Rinde misst 0·6 Mm.

Der Stamm ist 4·5 Cm. hoch, 3·6 Mm. dick. Der Holzkörper hat dieselben Dimensionen wie jener der Wurzel, nur ist das Mark massiger. Die Rinde ist bedeutend breiter: 1·0 Mm.

Der Stamm ist gut mit sehr langen Nadeln (9 Cm.) besetzt, die auch in der Breite (1·2 Mm.) und Dicke (0·8 Mm.) zu den best entwickelten zählen.

IX. $^1/_3$ Lehm, $^2/_3$ Lauberde.

Kräftige, kurzstämmige, reichbewurzelte Pflanzen.

Die Hauptwurzel ist 28 Cm. lang. Der obere Antheil ist fast cylindrisch 2·7 Mm. dick; dann verjüngt sich die Wurzel rach in den dreimal längeren, zarten Endtheil.

Der Durchmesser des Holzes misst 1·6 Mm., jener der Rinde 0·55 Mm.

Der Stamm ist 3 Cm. hoch, 3·3 Mm. dick. Das Holz ist gleich stark wie in der Wurzel, die Rinde ist 0·85 Mm. breit.

Die Belaubung ist dicht. Die Nadeln, 7 Cm. lang, 1·2 Mm. breit, 0·7 Mm. dick, sind fast so kräftig, wie bei der vorigen, mit der diese Pflänzchen überhaupt grosse Uebereinstimmung zeigen.

X. Sandiger (Mauer-)Kalk.

Kurzstämmige, starke Pflanzen mit vorzüglich entwickeltem Wurzelsystem.

Die Hauptwurzel ist 15 Cm. lang, im oberen Abschnitte 2·5 Mm. dick, und sich sehr langsam verjüngend, so dass sie durch die ganze Länge deutlich erkennbar bleibt. Die Nebenwurzeln sind zahlreich, reich verzweigt und an ihrem Ursprunge ungewöhnlich stark.

Das 1·6 Mm. mächtige Holz ist schmal berindet (0·45 Mm.).

Der Stamm ist 2·5 Cm. hoch, 2·9 Mm. dick. Das Holz hat 1·4 Mm. Durchmesser, der Rindenmantel ist 0·75 Mm. breit.

Die Nadeln gleichen den vorigen.

XI. Gyps.

Die Hauptwurzel ist 32 Cm. lang; aber nur in einer Länge von etwa 12 Cm. durch beträchtliche Dicke (3·5 Mm.) ausgezeichnet. Von da ab verdünnt sie sich sehr rasch. Der obere Abschnitt entsendet nur spärliche Nebenwurzeln, der untere dagegen ist reichlich mit ausserordentlich langen (bis 40 Cm.) Nebenwurzeln besetzt, die schon an der Austrittsstelle sehr dünn sind. Sie hat unter allen Versuchspflanzen den mächtigsten Holzkörper (2·1 Mm.), der auch von einer entsprechend breiten (0·7 Mm.) Rinde umgeben ist.

Der Stamm ist 2·5 Cm. lang und ziemlich dicht mit 8 Cm. langen, kräftigen Nadeln besetzt.

Der Durchmesser des Holzkörpers erreicht den der Wurzel nicht, ist aber immerhin ansehnlich (1·9 Mm.). Auffallend ist die verhältnissmässig schmale (0·8 Mm.) Rinde.

Auch die Nadeln gehören zu den kräftigsten: 1·35 Mm. breit, 0·85 Mm. dick.

XII. Nadelstreu.

Alle Sämlinge waren bis auf ein verkümmertes Pflänzchen, welches keine Knospen mehr gebildet hatte, aus unbekannter Ursache zu Grunde gegangen.

XIII. Haselnussgrosse Steine.

Die Hauptwurzel ist 35 Cm. lang, hin und her gebogen, sehr zart (1·8 Mm. an der dicksten Stelle) und ziemlich reich verästigt. Der Holzkörper misst 1·1 Mm., die Rinde 0·35 Mm.

Der Stamm ist äusserst verkürzt, nur 1·2 Cm. hoch, aber verhältnissmässig dick (2·5 Mm.). Freilich entfallen fast zwei Drittel des Durchmessers auf die Rinde, welche einen 0·8 Mm. breiten Mantel um den 0·9 Mm. dicken Holzkern bildet.

Die Nadeln sind 4 Cm. lang, 1·0 Mm. breit, 0·6 Mm. dick.

XIV. Nussgrosse Steine.

Die Hauptwurzel ist 27 Cm. lang, noch dünner (1·6 Mm.) wie die vorige, reich verzweigt. Der Holzkörper ist 1·0 Mm. stark, die Rinde 0·3 Mm. breit.

Der Stamm ist 1·5 Cm. hoch, stimmt in den Massen des Holzes und der Rinde vollkommen mit den in kleinen Steinen erwachsenen Pflänzchen (Nr. XIII) überein.

Auch die Nadeln sind wenig verschieden.

XV. Kalkerde.

Kräftige Pflanzen. Namentlich ist das Wurzelsystem ausgezeichnet durch zahlreiche und ungewöhnlich starke Nebenwurzeln, die selbst wieder reichlich verzweigt sind.

Die Hauptwurzel ist 20 Cm. lang, in der oberen Hälfte 2·5 Mm. dick, und zwar im Holze 1·4 Mm., in der Rinde 0·55 Mm.

Der Stamm ist 4 Cm. hoch, 3·5 Mm. dick, gehört also zu den kräftigsten. Von dem Durchmesser entfallen 1·5 Mm. auf das Holz, 1·0 Mm. auf die Rinde.

Die Stämmchen sind vorzüglich mit 6 Cm. langen, 1·15 Mm. breiten und 1·7 Mm. dicken Nadeln belaubt.

Uebersichts-Tabelle.

Bodenart	Wurzel				Stamm				Nadeln			Holzmasse : Rindenmasse	
	Länge Cm.	Dicke Mm.	Holz Mm.	Rinde Mm.	Höhe Cm.	Dicke Mm.	Holz Mm.	Rinde Mm.	Länge Cm.	Dicke Mm.	Breite Mm.	in der Wurzel	im Stamme
I. Kalk	18·0	1·8	1·0	0·4	1·2	2·0	0·8	0·6	3·0	0·65	1·1	1 : 2·24	1 : 5·25
II. Moorerde	27·0	2·2	1·5	0·35	5·0	2·8	1·2	0·8	6·0	0·7	1·15	1 : 1·15	1 : 4·44
III. Lehm	18·0	1·6	1·0	0·3	2·0	2·4	1·0	0·7	6·0	0·65	1·5	1 : 1·56	1 : 4·76
IV. Lauberde	32·0	2·2	1·3	0·45	2·5	3·15	1·2	1·0	7·0	0·7	0·95	1 : 1·86	1 : 6·11
V. Sand	23·0	1·5	1·0	0·25	2·5	2·5	0·9	0·8	2·5	0·6	1·0	1 : 1·25	1 : 6·71
VI. Düngererde	10·0	2·0	1·34	0·33	3·5	3·1	1·5	0·8	7·0	0·55	0·85	1 : 1·23	1 : 3·27
VII. Haideerde	15·0	3·0	2·0	0·5	7·0	4·0	2·0	1·0	8·0	0·65	1·2	1 : 1·25	1 : 3
VIII. $^1/_2$ Lehm, $^1/_4$ Sand, $^1/_4$ Düngererde	17·0	2·8	1·6	0·6	4·5	3·6	1·6	1·0	9·0	0·8	1·2	1 : 2·06	1 : 4·06
IX. $^1/_3$ Lehm, $^2/_3$ Lauberde	28·0	2·7	1·6	0·55	3·0	3·3	1·6	0·85	7·0	0·7	1·2	1 : 1·85	1 : 3·25
X. Sandiger Kalk	15·0	2·5	1·6	0·45	2·5	2·9	1·4	0·75	7·0	0·75	1·2	1 : 1·44	1 : 3·28
XI. Gypserde	32·0	3·5	2·1	0·7	2·5	3·5	1·9	0·8	8·0	0·85	1·35	1 : 1·78	1 : 2·39
XIII. kleine Steine	35·0	1·8	1·1	0·35	1·2	2·5	0·9	0·8	4·0	0·6	1·0	1 : 1·67	1 : 6·71
XIV. grosse Steine	27·0	1·6	1·0	0·3	1·5	2·5	0·9	0·8	3·5	0·6	1·1	1 : 1·56	1 : 6·71
XV. Kalkerde	20·0	2·5	1·4	0·55	4·0	3·5	1·5	1·0	6·0	0·7	1·15	1 : 2·19	1 : 4·44

Aus der vorstehenden Tabelle ergeben sich folgende Betrachtungen:

Die Länge der Wurzeln steht in keinem Zusammenhange zur Gesammt-Entwickelung der Pflanzen; denn gerade die kräftigsten, in Haideerde erwachsenen Pflanzen besitzen sehr kurze und die schwächlichen, in kleinen Steinen erwachsenen Pflanzen geradezu die längsten Wurzeln. Andererseits kommen aber auch kräftige, langwurzelige Pflanzen vor, und es erhellt daraus, dass eine gesetzmässige Beziehung zwischen der Längenentwickelung der Wurzel und der Entwickelung der Pflänzchen nicht abgeleitet werden darf. Nur das Eine scheint mir aus den Zahlen hervorzugehen, dass die Längenentwickelung der Wurzel bedingt ist von der leichten Durchdringlichkeit des Bodens, und von dem Befestigungsbedürfniss der Pflanzen — zwei Momenten, die mitunter zusammenfallen. Besonders auffallend wird dieses Verhältniss durch die Nummern VIII und IX beleuchtet. Die Lehmpflanzen (III) haben Wurzeln von mittlerer Länge, im Sand werden die Wurzeln länger, in Düngererde bedeutend kürzer. In der Mischung dieser drei Bodenarten erreichen die Wurzeln wieder eine mittlere Länge. In IX ist $^1/_3$ Lehm mit $^2/_3$ Lauberde gemischt, welche letztere besonders lange Wurzelbildung begünstigt. In der Mischung erreichen die Wurzeln eine Länge, die beträchtlicher ist als bei Lehmpflanzen und geringer als bei den in reiner Lauberde erwachsenen Pflanzen. Ja noch mehr. Entsprechend der in der Mischung vorherrschenden Lauberde ist die Zahl auch höher als das arithmetische Mittel zwischen den Wurzellängen von III und IV.

Die absolute Länge der Wurzel ist kein Mass für gute Wurzelbildung, sie ist nicht proportional einer kräftigen Wurzelbildung überhaupt. Für diese ist der Durchmesser massgebend, die Menge und Mächtigkeit der Nebenwurzeln. Gar oft sind schmächtige Wurzeln in sehr lange, zarte Endigungen ausgezogen, während kurze Wurzeln von ansehnlicher Stärke ihren Umfang nur allmälig verringern und gedrängt stehende, starke Nebenwurzeln entsenden. Wenn sich diese Verhältnisse bei den weiter geführten Versuchen als beständig erweisen sollten, so wird ihre Kenntniss für die Praxis von hoher Wichtigkeit sein, weil man leicht im Stande sein wird, ein der gegebenen Bodenbeschaffenheit am besten entsprechendes Pflanzmaterial zu erzielen. Die dicksten und zugleich sehr lange Wurzeln gediehen in einem stark mit Gyps versetzten Boden. Ihnen zunächst stehen die in Haideerde erwachsenen, die noch den grossen Vorzug der gleichmässigen Verjüngung besitzen. Im Allgemeinen erzeugen humusreiche Böden kräftige Wurzeln, während die rein mineralischen Bodenarten schwach bewurzelte Pflanzen hervorbringen, ein Resultat, wie es a priori zu erwarten steht. X, XI und XV zeigen, dass *Ca*-Gehalt sehr förderlich ist, während Kalk allein (I) nur wenig stärkere Wurzeln bildet als reiner Sand.

In welchem Masse sich das Holz und die Rinde an dem Zustandekommen des Wurzeldurchmessers betheiligen, ist unmittelbar aus der Tabelle ersichtlich. Im Allgemeinen entspricht der stärkeren Wurzel auch ein mächtigerer Holzcylinder; aber die Zunahme ist durchaus nicht proportional. Vielmehr scheinen manche Bodenarten mehr die Holzbildung zu fördern, andere der Rindenbildung zuträglicher zu sein.

Man findet daher auch das Verhältniss der Rindenmasse zur Holzmasse in der Tabelle angegeben, berechnet nach der Formel:

$$\pi\ [(r + h)^2 - h^2] : \pi\ h^2,$$

in welcher r die Rindenstärke, h den Radius des Holzes bedeutet.

Weniger wissenschaftlich aber der Beurtheilung zugänglicher, daher übersichtlicher scheint mir folgende Zusammenstellung, in welcher angegeben ist, wie vielmal der Durchmesser des Holzes die Rindenbreite übertrifft.

I. — 1 : 2·5	VIII. — 1 : 2·7
II. — 1 : 4·3	IX. — 1 : 2·9
III. — 1 : 3·3	X. — 1 : 3·5
IV. — 1 : 2·9	XI. — 1 : 3
V. — 1 : 4·0	XIII. — 1 : 3·1
VI. — 1 : 4·0	XIV. — 1 : 3·3
VII. — 1 : 4·0	XV. — 1 : 2·5

Die relativ grösste Holzmasse entsteht demnach in Moorerde und es schliessen sich in absteigender Folge an: Sand, Haideerde, Düngererde; Sandiger Kalk; Lehm, grosse Steine, kleine Steine; Gyps; Lauberde, die Mischung aus $^1/_3$ Lehm, $^2/_3$ Lauberde; die Mischung aus $^1/_2$ Lehm, $^1/_4$ Sand, $^1/_4$ Düngererde; Kalkerde, Kalk.

Die oben angeführte Regel, dass humusreiche Bodenarten die kräftigsten Wurzeln hervorbringen, kann also auf die Holzbildung nicht ausgedehnt werden, wie am auffallendsten die starkwurzeligen Gypspflanzen lehren, die mit Rücksicht auf ihre Holzmasse eine sehr untergeordnete Stelle einnehmen. Es würde mir aber sehr kühn erscheinen, angesichts des spärlichen Materiales weitere Schlüsse zu ziehen. Es genüge die Befunde einfach zur Kenntniss zu bringen.

Ohne Frage ist die Entwickelung der Wurzel in diesem frühen Stadium für die Praxis belangreicher als die Entwickelung des Stammes. Dagegen ist diese einer klaren Beurtheilung viel näher, weil die Dimensionen des Stammes, die Belaubung sicherer erkannt und durch Zahlen ausgedrückt werden können.

Ein Blick auf die Tabelle lehrt, in welchen Bodenarten die hochstämmigsten Pflänzchen erwachsen und dass diesen auch im Allgemeinen die höchsten Zahlen für den Umfang des Stammes zukommen[1]). Die beiden Factoren, nebeneinander betrachtet, geben eine Vorstellung von der Entwickelung des Stammes, was ich von ihrem Producte nicht behaupten kann. Deshalb unterlasse ich es, die Masse des Stammes zu berechnen (wobei übrigens wegen der Unregelmässigkeit der Stammform nur näherungsweise richtige Resultate zu gewinnen wären) oder das Volumen desselben zu bestimmen.

Von hohem Interesse ist die Erörterung der Frage, ob die Entwickelung des Stammes gleichen Schritt hält, mit der Entwickelung der Wurzel. Wir haben bereits gesehen, dass in kräftigen Bodenarten auch kräftige Wurzeln gedeihen und die tägliche Erfahrung spricht dafür, dass wir in jenen auch die kräftigsten Stämme erzielen werden. Auf der anderen Seite darf aber nicht übersehen werden, dass Pflanzen in einem an Nährstoffen armen Boden genöthigt sein werden, ein starkes, weitverzweigtes Wurzelsystem zu bilden, um ihren nothwendigsten Bedarf zu decken und dass dessenungeachtet eine kräftige Entwickelung der oberirdischen Theile nicht erreicht wird. Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass diese Wechselbeziehung besteht; aber es ist schwer, diese Beziehungen auseinander zu halten, zu sagen, in welchem Masse ein kräftiger Boden das Wachsthum fördert, ein magerer Boden es beeinträchtigt.

[1]) Auffallende Ausnahmen sind die hochstämmigen Pflanzen aus Moorerde mit geringem Durchmesser und die niedrigen Pflanzen aus Gypserde mit verhältnissmässig bedeutender Dicke.

Die nach jeder Richtung vollkommensten Pflänzchen gediehen in Haideerde, ihnen zunächst stehen die in der Mischung von Lehm, Sand und Düngererde erwachsenen. Sehr gute Stämme producirt auch Kalkerde, Moorerde, eine Mischung von Lehm und Lauberde, Düngererde. Nach ihnen kommt erst Gypserde, welche die kräftigsten Wurzeln hervorbringt — oder braucht um einen mässig starken Stamm zu ernähren. In Kalk erwuchsen die schwächsten Stämme mit sehr schwachen Wurzeln.

Lehrreich sind die Versuchspflanzen XIII und XIV. Sie gehören zu den kümmerlichsten; aber während zwischen den kleinen Steinen stärkere Wurzeln und schwächere Stämme erwuchsen, waren zwischen den grösseren Steinen die Stämme stärker bei schwächeren Wurzeln. Das umgekehrte Verhältniss schiene einleuchtender; denn die kleineren Steine bieten eine grössere Summe von Oberflächen für die durch die Atmosphärilien zugeführten oder durch Abwitterung zu erzeugenden Nährstoffe. Wenn daher schon, begünstigt vielleicht durch die geringere Cohärenz, stärkere Wurzelbildung eingeleitet wird, so sollte ihr doch auch eine mächtigere Entwickelung des Stammes entsprechen. Thatsächlich geschieht es nicht — eine Erklärung zu geben, bin ich nicht im Stande.

Während in der Wurzel der Durchmesser des Holzkörpers regelmässig, wenngleich nicht proportional, mit dem Durchmesser der Wurzel steigt, ist diess beim Stamm nicht der Fall, wo überhaupt die Rindenbildung dominirt. Ordnet man die Bodenarten nach dem absolut grössten Querschnitt des Holzkörpers, den sie produciren, so ist auch von diesem Gesichspunkte aus die Haideerde unübertroffen. Es folgen Gyps, die Bodenmischungen, Kalkerde u. s. w., wie aus der Tabelle unmittelbar ersichtlich ist.

Eine andere Reihenfolge ergibt sich aber, wenn man das Verhältniss der Holzmasse zur Rindenmasse in Erwägung zieht, und es möge auch hier zur vergleichenden Uebersicht das Verhältniss der Rindenbreite zum Durchmesser des Holzkörpers angeführt werden.

I. — 1 : 1·33	VIII. — 1 : 1·6
II. — 1 : 1·5	IX. — 1 : 1·88
III. — 1 : 1·43	X. — 1 : 1·86
IV. — 1 : 1·2	XI. — 1 : 2·37
V. — 1 : 1·12	XIII. — 1 : 1·12
VI. — 1 : 1·87	XIV. — 1 : 1·12
VII. — 1 : 1·2	XV. — 1 : 1·5

Hier steht Gyps obenan und es folgen: Haideerde; die Bodenmischungen, Düngererde, und sandiger Kalk; Moorerde und Kalkerde; Lehm, Kalk, Lauberde; Sand und Steine.

Dass diese Reihe mit der nach analogen Gesichtspunkten aufgestellten bei den Wurzeln nicht zusammenfällt, ist eine bedeutsame Erfahrung, welche dahin ausgelegt werden könnte, dass die Bodenbeschaffenheit überhaupt von untergeordnetem Einflusse auf die relative Entwickelung von Holz und Rinde sei. So wenig ich dieser Anschauung entgegen treten kann eben so wenig kann ich sie vertheidigen.

Es erübrigt noch einen Blick auf die Belaubung zu werfen. Es ist eine unabweisliche Nothwendigkeit, dass sie mit der Gesammt-Entwickelung der Pflanzen gleichen Schritt hält, so lange sich diese im physiologischen Zustande befinden. Es kann aber die Summe der assimilirenden Flächen durch verschiedene Summanden erreicht werden, desshalb wurden die Dimensionen der Nadeln gemessen. Die Kenntniss der Anzahl derselben würde das Bild der Belaubung vervollständigen und bei der Jugend der Pflänzchen wäre ihre Bestimmung

mit leichter Mühe durchführbar; aber zur Zeit, in der diese Unternehmung durchgeführt wurde, befinden sich noch Nadeln am Stamme, die augenscheinlich bereits ausser Thätigkeit stehen, die aber mit voller Sicherheit von den functionirenden nicht getrennt werden können. Ich habe es daher vorgezogen, diesen Factor zu eliminiren, der bei seiner Unsicherheit den exact zu ermittelnden Werthen nur schaden könnte. Als solche kann ich die in der Tabelle angeführten Dimensionen der Nadeln bezeichnen, weil sie bei allen Individuen einer Gruppe und bei den Individuen selbst nur sehr geringfügigen Schwankungen unterliegen. Kräftige Pflanzen besitzen zwar starke, namentlich lange Nadeln, aber nicht immer im Verhältnisse zu ihrer Gesammt-Entwickelung, noch zur Entwickelung eines ihrer Theile.

Ordnet man die Bodenarten mit Rücksicht auf die massige Entwickelung der Nadeln, so ergibt sich folgende Reihe: Gyps, das Gemenge aus Lehm, Sand und Düngererde, sandiger Kalk, Haideerde, Gemenge aus Lehm und Lauberde, Lehm, Moorerde, Kalkerde, Lauberde, Düngererde, Steine, Kalk, Sand.

Diese Untersuchung ist das erste Glied einer Reihe von Versuchen, die den Einfluss der Bodenbeschaffenheit auf die Entwickelung der Schwarzföhre klar stellen sollen. Es ist nicht abzusehen, wie lange Zeit diese in Anspruch nehmen werden und diess ist ein Grund für die selbstständige Veröffentlichung der vorliegenden Versuchsreihe, die, wenngleich nicht abgeschlossen, doch eine Periode im Leben des Stammes umfasst, welche von grosser Bedeutung ist, weil in ihr der Grund für das weitere Gedeihen der Culturen liegt.

Versuche mit Schwarzföhrensamen.

Von

Dr. Joseph Moeller.

Zu den Versuchen wurden Samen aus dem Erntejahre 1874/75 verwendet, welche aus der Kleng-Anstalt von Stainer und Hofmann in Wr.-Neustadt bezogen worden waren.

Ein Kilogramm enthält 46.500 Samen.

Ein Liter enthält 26.000 bis 27.000 Samen im Gewichte von 560 bis 580 Gramm.

Hundert Cubikcentimeter enthalten 2680 Samen im Gewichte von 57·35 Gramm.

Je 100 Samen wiegen	2·21 Gr.	Je 500 Samen wiegen	10·66 Gr.
	2·15 „		10·72 „
	2·12 „		10·82 „
	2·16 „		10·77 „
	1·95 „		10·57 „

Daraus bewerthet sich das mittlere Gewicht von 1000 Samen mit 21·3 Gr. und ein Same wiegt im Mittel 21 Milligramme.

Entsprechend dem abs. Gewicht der Samen steigt auch die Aschenmenge. Sie kann mit 3·8% angegeben werden, da die Schwankungen erst die zweite Decimalstelle beeinflussen.

Am 20. Mai 1877 wurden je 100 Samen gewogen und abgesondert in flache Glasschalen auf groben Kiessand gesät, mit demselben leicht bedeckt und bis zur Sättigung befeuchtet.[1])

[1]) Mit demselben Samen wurde auch ein Versuch in dem von Julius Stainer construirten Keim-Apparat angestellt. Der Apparat wurde am 23. Juni beschickt und nicht geheizt, weil die Temperatur im Laboratorium nur wenig um 18° C. schwankte.

Das Resultat gibt folgende Tabelle:

Tag der Keimung	Auf der Keimplatte										Keimlinge pro Mille
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
30. Juni	5	3	6	9	4	9	3	0	6	7	52
1. Juli	7	5	4	8	6	8	9	8	6	6	67
2. „	14	13	20	16	22	13	18	13	16	15	160
3. „	6	9	14	7	8	14	13	7	11	10	99
4. „	3	10	4	4	10	5	1	3	4	2	46
5. „	6	6	11	6	8	12	3	18	4	3	77
6. „	1	5	5	4	5	1	0	4	3	7	35
7. „	0	6	3	2	0	0	2	2	2	2	19
8. „	0	5	0	1	1	1	2	2	2	1	15
9. „	1	2	1	3	3	1	3	1	4	3	22
10. „	2	1	2	0	0	2	1	0	0	1	9
11. „	1	2	0	1	0	1	1	0	2	0	8
12. „	0	1	1	1	0	0	0	2	0	0	5
13. „	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	2
14. „	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	4
Total	46	68	73	63	68	68	66	61	60	57	620

Der Raum, in welchem der Versuch gemacht wurde, hatte ziemlich constant die Temperatur 15° C. Die ersten Keimlinge durchbrachen nach vierzehn Tagen (5. Juni) die Bodendecke. Die Tabelle gibt an wie die Keimlinge der Zeit und Zahl nach folgten.

100 Samen Gramm	Nach Tagen									
	14	15	16	17	18	20	22	24	30	
I. 1·95	13	29	5	7	3	9	3	1	0	70
II. 2·12	14	19	7	10	5	10	6	4	3	78
III. 2·15	20	25	12	8	4	2	2	0	0	73
IV. 2·16	11	32	4	8	9	5	2	5	0	76
V. 2·21	0	1	7	5	34	15	9	4	4	79
	58	106	35	38	55	41	22	14	7	376
% Mittel	11·6	21·2	7	7·6	11	8·2	4·4	2·8	1·4	75·2

Die Summe der horizontalen Reihen gibt direct das Keimprocent, die Summen der verticalen Reihen geben die Zahl der Keimlinge aus 500 Samen mit Rücksicht auf die Zeit ihrer Keimung.

Die Keimlinge wurden ausgezogen, rasch abgespült und mit Löschpapier sorgfältig abgetrocknet sobald sie 1 Cm. über den Boden erwachsen waren. Die Keimblätter waren noch vollkommen von der Samenschale umschlossen.

Je 25 der ersten Keimlinge wogen

1·30 Gr.
1·40 „
1·30 „
1·50 „

Das mittlere Gewicht eines Keimlings daher 0·055 Gr. gegenüber dem mittleren Gewichte des Samens mit 0·021 Gr. Die 100 Keimlinge im Gewichte von 5·50 Gr. wurden verascht und gaben 0·11 Gr. = 2% Asche.

Ebenso wurden die Keimlinge der zweiten und dritten Periode auf die Wage gebracht und es ergab sich als mittleres Gewicht für

einen Keimling der zweiten Keimungsperiode mit 0·0576 Gr.
„ „ „ dritten „ „ 0·065 „

Aschenmenge = 2·25%.

Die Samen, welche erst nach drei Wochen keimten brachten sehr schwächliche Keimlinge hervor, die nicht mehr gewogen wurden, weil ihre Zahl zu gering war, um aus ihnen verlässliche Mittelwerthe zu berechnen.

Aus diesen Beobachtungen und aus den Folgerungen, welche sich aus der Tabelle ergeben, lassen sich folgende Schlüsse ableiten:

Die ersten Keimlinge, etwa 15 Procent der Gesammtmenge, stehen in ihrer Entwickelung hinter den folgenden Keimlingen zurück.

Die Keimlinge, welche sich aus einer gegebenen Saatmenge zu gleicher Zeit in grösster Zahl entwickeln sind auch die kräftigsten.

Nach dieser Periode nimmt die Zahl der Keimlinge ab und diese Spätlinge sind schwach entwickelt.

Je vollwichtiger die Samen sind, desto grösser ist ihr Keimprocent.

Endlich wurden auch Versuche gemacht über den Einfluss der Quellung der Samen vor der Aussaat und gefunden, dass Samen, welche 3, 8, 16, 20 oder 24 Stunden in Wasser gelegen hatten bevor sie gesäet wurden, sich gleich verhielten sowohl in Beziehung auf die Zeit ihrer Keimung als auch in Beziehung auf das Keimprocent.

Währte die Quellung aber 36 oder sogar 40 Stunden, dann keimten die Samen wohl gleichzeitig mit den übrigen, aber ihre Keimfähigkeit war alterirt. Während von jenen mehr als 70 Procent durchschnittlich keimten, waren von 100 Samen nach sechsunddreissigstündiger Quellung nur 50 Procent und nach vierzigstündiger Quellung nur 40 Procent keimfähig.

Bei all' diesen Versuchen wurden die nicht vollkommen entflügelten Samen ausgeschlossen, im Uebrigen aber die Samen ohne Wahl verwendet. Einige Parallelversuche mit Samen, an denen Flügelreste hafteten, zeigten, dass diese in Betreff ihres Keimvermögens oder der Keimungsdauer durchaus nicht im Nachtheile sind.

Um den Einfluss kennen zu lernen, den die nach Dichte und Dauer abgestufte Beschattung auf die Keimung der Schwarzföhrensaaten äussert, wurden folgende Versuche in Scene gesetzt.

Am 8. Juni 1877 wurden im Garten zu Mariabrunn 10 Beete von je 125 Cm. im Quadrat abgesteckt. Die Beete sind hinreichend von einander entfernt, damit die Beschattungsvorrichtungen des einen ohne Einfluss auf die benachbarten sind.

Die Beschattungsvorrichtungen wurden 60 Cm. hoch über der Bodenfläche angebracht und bestanden aus einer horizontalen Decke und im Anschlusse an diese aus drei verticalen, bis an den Boden reichenden, gleichartigen Seitenwänden. Die vierte (Nord-) Seite wurde frei gelassen, weil von ihr aus die Beete niemals besonnt wurden.

In der Richtung von Süd nach Nord wurden in Abständen von 15 C. 5 Meter lange, breite Saatrinnen angelegt, mit je 10 Gramm Samen versorgt und 1 Cm. hoch mit Erde bedeckt.

Sämmtliche Beete wurden zum Schutze gegen Vogelfrass allseitig mit einem weitmaschigen Netze umschlossen.

I. Blieb Tag und Nacht ohne weitere Bedeckung;
II. blieb bei Tage mit Schilfmatten bedeckt;
III. wurde nur des Nachts mit Schilfmatten bedeckt;
IV. wurde Tags über mit einem Holzgitter bedeckt, das aus 4 Cm. breiten Latten bestand, die sich in 4 Cm. breiten Abständen kreuzten. Dieses Gitter wird weiterhin als „enges" bezeichnet und entspricht einer halben Beschattung;
V. wurde mit demselben Gitter bei Nacht gedeckt;
VI. wurde Tags über mit dem sogenannten „weiten" Holzgitter bedeckt. Es besteht aus 4 Cm. breiten Latten, welche sich in 8 Cm. weiten Abständen kreuzen und beschattet demnach den vierten Theil der Bodenfläche;
VII. wurde mit dem weiten Gitter bei Nacht bedeckt;
VIII. wurde mit dem engen Gitter Tag und Nacht bedeckt;
IX. wurde mit dem weiten Gitter Tag und Nacht bedeckt;
X. wurde Tag und Nacht mit Matten bedeckt.

Während der ganzen Beobachtungszeit hatte es nicht geregnet. Die Saaten wurden täglich bewässert.

Den Luftdruck und die Temperatur gibt die Tabelle:

Tag	Barometerstand auf 0⁰ red.	Thermometer ⁰ C.	
		Maximum	Minimum
8. Juni	747·37	27·8	16·3
9. „	746·49	26·8	14·9
10. „	747·77	28·9	16·7
11. „	746·81	29·7	15·2
12. „	739·66	30·0	15·0
13. „	738·96	29·3	16·6
14. „	743·36	20·7	12·8
15. „	745·20	18·3	8·6
16. „	747·80	21·0	10·1
17. „	747·70	22·2	9·0
18. „	747·47	22·9	10·2
19. „	744·42	25·4	9·8
20. „	743·79	29·8	9·7
21. „	743·99	25·4	18·2

Nach zehn Tagen hatten die Samen gekeimt, welche Tag und Nacht mit dem Lattengitter bedeckt blieben (VIII und IX) und jene, welche blos Nachts mit Matten (III) oder mit einem Gitter bedeckt wurden (V und VII).

Zwei Tage später wurden die Keimlinge sichtbar, welche Tags über mit dem weiten Lattengitter bedeckt waren (VI) und jene, welche gänzlich unbedeckt blieben (I).

Es folgten die Samen unter dem engen Gitter bei Tage (IV). Nach weiteren drei Tagen hatten erst jene Keimlinge die Erde durchbrochen, welche Tags über (II) und welche unausgesetzt mit Matten beschattet worden waren.

Von den Bedingungen der Keimung können durch die Beschattung nur die Beleuchtung und Erwärmung alterirt worden sein, da alle Beete durch künstliche Wasserzufuhr in gleichem Ausmasse vor Austrocknung geschützt wurden.

Der Einfluss der Beleuchtung auf die Keimung ist überhaupt gering und darf in vorliegenden Versuchen wohl mit Recht unberücksichtigt bleiben, weil alle Samen gleichmässig mit Erde bedeckt waren. Der letztere Umstand verdient aber deshalb hervorgehoben zu werden, weil bekanntlich die Samen einen ziemlich hohen Grad von Empfindlichkeit gegen die über ihnen befindliche Bodendecke besitzen. Ich habe nebenher einige Versuche in dieser Richtung angestellt und gefunden, dass eine Bodendecke bis zu 2 Cm. Mächtigkeit auf die Dauer der Keimung von sehr geringem Einflusse ist. Eine Bodendecke von 3 Cm. verzögerte schon die Keimung um vier Tage und wurden die Samen 4 Cm. tief gelegt, so erschienen die ersten Keimlinge um acht Tage später als die vorigen. Die Samen waren gezählt und es zeigte sich, dass in einer Tiefe von 3 Cm. eine grosse Zahl derselben zu Grunde gegangen war und von 100 Samen, die 4 Cm. tief lagen, kamen nur 6 an's Tageslicht. Die Versuche sind zu wenig umfangreich ausgeführt, als dass ich mehr als diese allgemeinen Thatsachen aus ihnen ableiten könnte.

Bei der Bedeckung der Saaten hat man das Ziel vor Augen, die günstigen Wirkungen der Sonnenstrahlen zu protrahiren und Schutzmittel gegen die schädlichen Einflüsse der Nacht

zu schaffen. Sowohl bei Tage wie bei Nacht concurriren günstige und störende Einflüsse auf die Keimung. Wenn die Sonne den Boden erwärmt und lockert, so entzieht sie ihm auch Wasser und wenn die Temperatur des Nachts sinkt, vielleicht bis zu dem Grade, dass die zellenbildende Thätigkeit im Samen stille steht, so wird auch der Boden durchfeuchtet.

Da aber, hinreichende Feuchtigkeit vorausgesetzt, die Sonne den Boden niemals bis zu dem Grade erwärmt, dass die Samen Schaden nehmen könnten, weil sogar durch die Erfahrung festgestellt ist, dass eine möglichst intensive Einwirkung der Sonnenstrahlen auf die frühe Keimung günstig wirkt, so steht es mit der theoretischen Anschauung in voller Uebereinstimmung, dass jene Samen zuerst keimten, welche Nachts geschützt wurden, sei es vollkommen oder durch ein Gitter. Die letztere Versuchsreihe und der Umstand, dass zugleich mit ihnen jene Samen keimten, welche Tags über durch ein Gitter beschattet wurden, beweist, dass die mittlere Tagestemperatur während der Dauer der Versuche höher als nöthig war und dass das Temperaturoptimum für die Keimung eine beträchtliche Breite besitzt, so dass einerseits unvollständiger Schutz bei Nacht, andererseits die bis zur Hälfte verringerte Wirkung der Sonnenstrahlen die Keimung nicht zu verzögern vermochten.

Die Keimung wurde schon um etwas verzögert und fand gleichzeitig mit jenen Samen statt, welche gänzlich unbedeckt geblieben waren, wenn keine Schutzmittel gegen die nächtliche Abkühlung ergriffen worden waren, dabei aber die Beschattung bei Tage sich über den vierten Theil, mehr noch, wenn sie sich über die Hälfte der bebauten Fläche erstreckte.

Am meisten wurde die Keimung verzögert, wenn die Samen andauernd unter Schatten gehalten wurden und der verringerte Einfluss der Sonnenstrahlen wurde dadurch nicht gut gemacht, dass man den Samen auch des Nachts den gleich vollkommenen Schutz angedeihen liess.

Die Erfahrungen aus diesen Versuchen für Saatkämpe zur Pflanzenerziehung können in folgender Weise zusammengefasst werden:

Die rasche Entwickelung der Samen wird durch Schutzvorrichtungen gegen nächtliche Abkühlung wesentlich gefördert. Die Saaten bedürfen jener in verschiedenem Grade. Sie werden entbehrlich sein, wenn die der Keimung günstigen Einflüsse der Sonnenstrahlen in dem Maasse herrschen, dass sie dem Abfall der Temperatur während der Nacht das Gleichgewicht halten können.

Je niedriger die Tagestemperatur desto nothwendiger ist die Bedeckung während der Nacht. Soll die Bedeckung anhaltend stattfinden, dann darf sie auch unter den günstigsten Verhältnissen keine vollkommene sein, sondern nur die Hälfte oder ein Drittel der bebauten Fläche umfassen. Kann die Bedeckung Tags über entfernt werden, dann möge sie vollkommen sein. Bei unseren Versuchen, die unter äusserst günstigen Verhältnissen standen, genügte eine nächtliche Bedeckung, die sich über den vierten Theil der bebauten Fläche erstreckte.

Es ist nicht unwahrscheinlich, dass die Bedeckung ihren Einfluss auf die jungen Pflanzen in ganz anderer Weise geltend macht als auf die Keimung. Es wäre überhaupt zu untersuchen, ob rasche Keimung für die Entwickelung der Pflanzen förderlich ist, ob nicht etwa durch verzögerte Keimung eine kräftigere Wurzelbildung zu erzielen wäre. Die Versuche werden fortgesetzt und die Beobachtungen seinerzeit mitgetheilt werden.

Ueber die freie Kohlensäure im Boden

Von

Dr. Joseph Moeller.

Seitdem man angefangen hat der chemischen Zusammensetzung des Bodens und ihren physikalischen Eigenschaften Aufmerksamkeit zu schenken, findet man in der einschlägigen Litteratur die Angabe, dass der Boden reich sei an Kohlensäure. Es schien diess so selbstverständlich, dass lange Zeit hindurch Niemand an die Beweisführung dachte und als Boussingault und Lewy ihre Versuche veröffentlichten, fanden sie so wenig Beachtung, als würde durch dieselben ein Axiom bestätigt worden sein. Ihre Resultate finden sich aller Orten abgedruckt; aber weder Agriculturchemiker noch Physiologen wurden durch die Thatsache, dass die Bodenluft unter Umständen mehr als 200mal so viel Kohlensäure enthält als die atmosphärische Luft, dass jene immer beträchtlich reicher an Kohlensäure gefunden wurde als diese, zu eingehenderen Forschungen angeregt. Erst Pettenkofer griff die Thatsache auf und erkannte ihre hohe Bedeutung für die Hygiene. Er und nach ihm Fleck und Fodor machten nun ausgedehnte Beobachtungen über den Kohlensäuregehalt der Bodenluft und über die Schwankungen, denen derselbe unterworfen ist, an Oertlichkeiten, welche in Fragen der Gesundheitslehre von hervorragender Wichtigkeit sind.

Zur Lösung dieser Fragen dürfte auch die Kenntniss des Kohlensäuregehaltes der Luft in den Culturböden beitragen, und dieser Factor sollte nicht übersehen werden, wo man die Bedeutung der meteorischen Erscheinungen erkannt hat und ihren Einfluss studirt.

Auch über den Werth der Kohlensäure für die Vegetation, über die Frage, ob die Kohlensäure durch die Wurzel aufgenommen werde, sind meines Erachtens die Acten noch nicht geschlossen, wenngleich die einschlägigen Untersuchungen mit seltener Einhelligkeit die Frage verneinen und beweisen, dass die in der atmosphärischen Luft enthaltene Kohlensäure den Bedarf der Pflanzenwelt an Kohlenstoff vollkommen zu decken vermag.

Ich kann mich nicht verwinden zu glauben, dass die in ungeheurer Menge in der Bodenluft angehäufte Kohlensäure nicht auch als directes Nahrungsmittel den Pflanzen diene, sondern nur auf Umwegen ihnen zu Gute komme.

Ehe man an die Bearbeitung dieser und ähnlicher Fragen gehen kann, ist es wünschenswerth über den Gehalt der Bodenluft an Kohlensäure, über die Abgabe derselben an die Atmosphäre unter verschiedenen tellurischen und meteorischen Einflüssen, über die Bedingungen ihrer Entstehung, über die Ursachen ihrer Schwankungen nach Tages- und Jahres-

zeiten unterrichtet zu sein. In den vorliegenden Blättern ist nur der Einfluss einiger Factoren behandelt worden und, wie es in der Natur des Gegenstandes liegt, auch diese nicht erschöpfend. Gewiss sind neben diesen und manchen Factoren, die wir gar nicht ahnen, auch die Strömungen der Luft, der Luftdruck, die Bewegungen des Grundwassers der Berücksichtigung in hohem Grade würdig. Es scheinen mir die Schwierigkeiten, diese in den Rahmen des Experimentes zu bannen, fast unübersteiglich. Vielleicht gelingt es durch lange fortgesetzte Beobachtungen an verschiedenen Orten die wirkenden Kräfte und das Mass ihrer Wirkung zu ergründen.

Sie angeregt zu haben, möge nicht das geringste Verdienst dieser bescheidenen Beiträge sein.

Zur Methode der Untersuchung.

Die Titrirmethode zur quantitativen Bestimmung der Kohlensäure wird so allgemein geübt, dass es vielleicht der Entschuldigung bedarf, wenn ich in Folgendem einige Verfahrungsweisen beschreibe, die ich bei meinen Untersuchungen befolgt habe.

Keine Methode der Untersuchung ist absolut vollkommen. An einem neuen Objecte, unter neuen Verhältnissen geübt, erfährt sie Modificationen, die häufig auf die Gestaltung der Resultate von wesentlichem Einflusse sind. Berühren sie auch nicht das Wesen der Methode, so sind doch auch scheinbare Nebensächlichkeiten geeignet, die Präcision der Resultate zu fördern oder sie tragen zum mindesten zur klaren Beurtheilung derselben bei oder sie dienen zur mechanischen, selbst geistigen Entbürdung des Experimentators.

Für die Wahrheit dieser Sätze spricht einfach die jedem Experimentator bekannte Thatsache, dass die ersten Versuche meist unzuverlässige Resultate ergeben und dass man erst dann die Vertrauen erweckende Sicherheit des Vorgehens erwirbt, bis man die zahlreichen Nebenumstände nach ihrem wahren Werthe würdigen gelernt hat. Die genauesten Angaben sind nicht im Stande anfängliche Misserfolge gänzlich hintanzuhalten. Sie auf ein geringes Mass zu reduciren, ist der Zweck dieses Capitels.

Zum Ansaugen der Luftproben benützte ich Aspiratoren einer Construction, deren Mittheilung ich Dr. Max Möller verdanke. Einhalsige Flaschen wurden mit doppelt durchbohrten Pfropfen verschlossen, durch deren Bohrungen je ein kurzes und ein langes rechtwinkelig gebogenes Glasrohr gezogen war. Das lange, bis nahe an den Boden der Flasche reichende Glasrohr, ist an seinem unteren Ende kurz U-förmig gebogen aus folgendem Grunde. Wenn das Rohr gerade abgeschnitten endigt, so wird durch die Saugwirkung mehr Flüssigkeit in das Glasrohr gehoben als beabsichtigt wird. Das Niveau der Flüssigkeit in der Flasche sinkt unter das Niveau des Glasrohres und beide sind durch eine Wassersäule verbunden bis diese in Folge ihrer Schwere abgetrennt wird. Das Glasrohr entleert sich vollständig und sein unteres Ende steht ausser Contact mit der Flüssigkeit. Die Menge der nachgesaugten Flüssigkeit hängt ab von der Stärke der Saugwirkung und von mehreren physikalischen Eigenschaften der Flüssigkeit, Factoren, die nur ausserordentlich schwer in Rechnung gezogen werden können. Da aber die Menge der ausströmenden Flüssigkeit das Maass für die nachgesaugte Luft ist, so ist es nicht nur eine unerlässliche Forderung jene genau zu kennen, sondern auch sie constant zu erhalten. Beide Bedingungen werden erfüllt, wenn man die Mündung des Glasrohres nach oben kehrt. Sowie die Flüssigkeit in das Niveau der Mündung gesunken ist, tritt

diese aus der Flüssigkeit heraus und sie kann nicht mehr nachgesaugt werden. Ueberdiess steht bei dieser Einrichtung das Abflussrohr immer unter Wasser, es wird daher ein Aufsteigen von atmosphärischer Luft schon im Anfange des Versuches verhindert.

Pfropfen und Glasröhren müssen luftdicht schliessen und überdiess unbeweglich fest gestellt sein (am einfachsten durch Zuschmelzen mit einer Harzmasse, an der Sprünge leicht zu erkennen sind und zur Correctur auffordern) weil durch etwaiges Heben oder Senken des langen Glasrohres die zum Abfliessen bestimmte Flüssigkeit vermehrt oder verringert wird. Die freien Enden der langen Glasröhren an je einem Flaschenpaare werden mittelst Kautschukschlauches verbunden, der eine Schraubenklemme trägt, um das Lumen des Schlauches verringern und so den Abfluss reguliren zu können.

Ich benützte Aspiratoren mit 250 CC., 500 CC., 1 Liter und 8 Liter Fassungsraum, letztere ausschliesslich bei Bestimmungen des Kohlensäuregehaltes der atmosphärischen Luft, erstere bei Bodenarten, welche ausserordentlich reich an Kohlensäure waren. Wenngleich man auch kleine Aspiratoren dazu benützen kann, um beliebig grosse Luftmengen einzusaugen, indem man abwechselnd die eine oder die andere Flasche als Sauger, beziehungsweise als Reservoir benützt, so ist es doch zweckmässig grössere Aspiratoren zu wählen, wo man grössere Gasmengen untersuchen will, weil sie neben grösserer Genauigkeit auch den nicht zu unterschätzenden Vortheil gewähren, dass sie längere Zeit sich selbst überlassen bleiben, beispielsweise die ganze Nacht über in Gang erhalten werden können.

Eine fundamentale Forderung für die Richtigkeit der Resultate ist, dass die durch die absorbirende Flüssigkeit streichende Luft hinreichend lange mit ihr in Berührung bleibt, um alle Kohlensäure abgeben zu können. So selbstverständlich diese Forderung ist, scheinen mir doch die Autoren, welche vor mir sich mit dieser Art von Untersuchungen beschäftigt haben, ihr nicht hinreichende Aufmerksamkeit geschenkt zu haben. Wenn, wie angeführt wird, 8 Liter und mehr Luft in 2 Stunden aspirirt werden, so ist es nach meinen Erfahrungen höchst unwahrscheinlich, dass die Luft ihrer Kohlensäure gänzlich beraubt worden war, man erhielt zu kleine Werthe. Ich habe durch eine Reihe von Versuchen die Zeit festzustellen gesucht, welche nöthig ist, damit ein in Blasen durch eine alkalische Flüssigkeit streichendes Luftpuantum seine Kohlensäure abgebe, bin aber zu keinem exacten Resultate gekommen, weil viel von der Grösse der Luftblasen abhängt, und wenn diese auch nahezu gleich herzustellen sind, doch durch häufiges Confluiren jede Berechnung zu Schanden machen und weil ein vollkommen gleichmässiger Gang der Aspiratoren nicht zu erzielen ist. Davon habe ich mich aber mit aller Bestimmtheit überzeugt, dass keine Kohlensäure die absorbirende Flüssigkeit ungebunden verlässt, wenn die Luft in etwa erbsengrossen Blasen und in dem Tempo durch das Absorptionsrohr zieht, dass 1000 CC. drei Stunden Zeit erfordern. Als Absorptionsröhren verwendete ich die von Pettenkofer angegebenen mit einem Fassungsraum für 50 und 100 CC. Flüssigkeit. Erstere haben die beiläufige Länge von 30, letztere von 40 Cm.

Wenn man die Bodenluft von bestimmter Tiefe untersuchen will, ist man genöthigt Röhren in den Boden zu versenken, und Pettenkofer und Andere haben diese Röhren bis in das Laboratorium fortgeleitet, wo sich die Absorptionsröhren und Aspiratoren aufgestellt befanden. Wenngleich ich für die Bequemlichkeit dieses Verfahrens nicht stumpf bin, habe ich doch Anstand genommen von demselben Gebrauch zu machen.

Mit der Anwendung der Röhren ist ein Fehler unvermeidlich, weil die in ihnen enthaltene Luft mit in Rechnung gezogen wird, obwohl sie verschieden sein kann von der durch

dieselbe angesaugten Bodenluft. Der Fehler wird um so kleiner ausfallen, je kürzer das Rohr, je enger das Lumen und je grösser das aspirirte Luftquantum. Da aber, wie ich noch später ausführen werde, der letzte Factor nicht nach Belieben gesteigert werden darf, habe ich das Verhältniss zwischen der im Rohr eingeschlossenen und der aspirirten Luftmenge dadurch günstiger gestaltet, dass ich möglichst enge Glas- oder Bleiröhren wählte und sie in geringer Höhe vom Boden an Ort und Stelle mit dem Absorptionsrohre verband.

Es ist ein sehr misslicher Umstand, dass man nicht im Stande ist, den Ort genau zu umschreiben, woher die aus der Tiefe aspirirte Luft stammt. Gewiss entstammt nur ein geringer Theil der aspirirten Luft dem Orte, wo das Rohr mündet, der grössere Theil wird aus entfernteren Gebieten herbeigezogen, und ebenso gewiss vergrössert sich das Gebiet in geradem Verhältniss zur Menge der angesaugten Luftmenge. Wo es sich also um die Bestimmung des Kohlensäuregehaltes der Luft einer bestimmten Region handelt, müssen möglichst geringe Luftproben zum Zwecke der Analyse aspirirt werden. Es wird weiterhin noch ein Grund für die Zweckmässigkeit dieses Vorganges angeführt werden.

Als Absorptionsflüssigkeit verwendete ich eine Lösung von Chlorbaryum und Aetzbaryt in destillirtem Wasser in dem Verhältnisse 1 : 10 : 1000. Da der Consum dieser Lösung ein beträchtlicher ist, bereitete ich mir in der Regel 10 Liter derselben und hatte dabei den Vortheil, immer eine klare Lösung in Vorrath zu haben, indem ich den zu einem Versuche nothwendigen Bedarf mittels Hebers in eine kleinere Flasche abhob. Die Lösung ist stark alkalisch, und man kann sie aus Ersparungsrücksichten beträchtlich verdünnen, wenn man im Vorhinein weiss, dass die zu untersuchende Luft nicht allzureich an Kohlensäure ist. Es ist hier der Ort, die Frage nach der Empfindlichkeit schwach alkalischer Lösungen zu ventiliren, mit andern Worten, ob das Absorptionsvermögen der Barytlösung nicht leidet, nachdem sich ein grosser Theil ihres Alkali mit der Kohlensäure verbunden hat. Ich habe in Fällen, wo ich es mit ausserordentlich kohlensäurereichen Gasgemengen zu thun hatte, was sich sofort aus der Menge des niedergeschlagenen kohlensauren Baryts verräth, die Vorsicht gebraucht, grosse Absorptionsröhren, concentrirte Lösungen zu nehmen, und überdiess ein zweites Absorptionsrohr einzuschalten. In diesem blieb die Barytlösung vollkommen klar, während die Lösung im ersten Rohre durch den abundanten Niederschlag der Kalkmilch glich. Sowie in jenem die ersten Spuren von Trübung bemerkbar wurden, begann sich diese zu klären, indem der Niederschlag sich zu Boden senkte und die Untersuchung lehrte, dass sie nahezu vollständig gesättigt war. Diese Thatsache gilt selbstverständlich nur dann, wenn die Aspiration nach den oben angeführten Rücksichten regulirt worden war, und unter dieser Voraussetzung ist sie sehr bedeutungsvoll. Sie leistet Gewähr für die exacte Bestimmung der Kohlensäure, so lange die Barytlösung alkalisch ist.

Der Verdacht, dass ein Theil der Kohlensäure ohne gebunden worden zu sein, die Barytlösung verlassen hätte, entsteht erst dann, wenn diese beim Titriren sich sehr nahe an der Neutralitätsgrenze stehend erweist.

Ich darf nicht unerwähnt lassen, dass die Barytlösung an der Luft ihren Titre leicht verändert, daher jedesmal bevor sie in Verwendung genommen wird, auf ihre Alkalicität zu prüfen ist.

Zur Bestimmung des Alkaligehaltes benützt man Oxalsäure. Auch von der Titrirflüssigkeit bereite ich einen grösseren Vorrath, indem ich 28·7 Gr. reiner, wasserfreier Oxalsäure in 1 Liter destillirten Wassers löse. Ein Raumcentimeter dieser Lösung zeigt 10 Mgr. Kohlensäure an. Zum Gebrauche wird die Lösung auf das zehnfache Volumen gebracht.

Tafel,

enthaltend die auf 0° und 760 Mm. Druck reducirten Volumina von 1000 CC. Luft bei 1° — 30° C. und bei 730—760 Mm. Druck.

B	T° 1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°	13°	14°	15°
730	957·02	953·54	950·10	946·57	943·26	939·89	936·53	933·21	929·91	926·62	923·36	920·11	916·89	913·71	910·54
731	58·32	54·84	51·39	47·96	44·54	41·17	37·80	34·42	31·17	27·88	24·61	21·36	18·14	14·95	11·78
732	59·64	56·16	52·71	49·27	45·85	42·48	39·10	35·77	32·46	29·16	25·99	22·64	19·41	16·22	13·04
733	60·95	57·46	54·00	50·56	47·13	43·76	40·37	37·04	33·73	30·42	27·17	23·99	20·68	17·46	14·28
734	62·26	58·76	55·30	51·85	48·42	45·04	41·65	38·32	35·08	31·69	28·41	25·14	21·91	18·71	15·53
735	63·56	60·09	56·60	53·20	49·71	46·32	42·93	39·69	36·27	33·10	29·67	26·40	23·16	19·98	16·77
736	64·87	61·37	57·90	54·44	51·00	47·60	44·21	40·87	37·54	34·22	30·94	27·66	24·42	21·21	18·02
737	66·18	62·68	59·20	55·74	52·29	48·90	45·50	42·15	38·82	35·49	32·20	28·92	25·68	22·47	19·26
738	67·50	63·98	60·50	57·04	53·59	50·19	46·78	43·43	40·18	36·76	33·47	30·29	26·94	23·72	20·51
739	68·81	65·30	61·81	58·34	54·88	51·48	48·07	44·71	41·37	38·04	34·74	31·45	28·29	24·97	21·76
740	70·13	66·61	63·12	59·64	56·18	52·77	49·36	46·00	42·65	39·31	36·01	32·72	29·46	26·23	23·02
741	71·43	67·90	64·40	60·93	57·46	54·05	50·63	47·28	43·91	40·57	37·26	33·32	30·70	27·47	24·25
742	72·75	69·23	65·72	61·23	58·76	55·34	51·92	48·43	45·29	41·85	38·53	35·23	31·97	28·73	25·51
743	74·05	70·51	67·01	62·22	60·04	56·62	53·19	49·82	46·45	43·10	39·79	36·59	33·21	29·97	26·74
744	75·37	71·73	68·30	64·83	61·35	57·92	54·49	51·11	47·74	44·39	41·07	37·76	34·59	31·24	28·00
745	76·67	73·13	69·62	66·12	62·63	59·20	55·76	52·48	49·01	45·65	42·33	38·15	35·73	32·59	29·03
746	77·98	74·43	70·91	67·41	63·92	60·48	57·04	53·67	50·28	46·91	43·58	40·27	36·99	33·73	30·58
747	79·31	75·75	72·23	68·73	65·23	61·79	58·34	54·96	51·57	48·20	44·87	41·54	38·25	35·09	31·75
748	80·62	77·06	73·53	70·01	66·52	63·08	59·64	56·22	52·84	49·47	46·13	42·80	39·50	36·25	32·80
749	81·93	78·36	74·83	71·32	67·80	64·36	60·90	57·50	54·11	50·74	47·48	44·05	40·76	37·50	34·24
750	83·24	79·67	76·14	72·61	69·10	65·65	62·19	58·78	55·49	52·00	48·66	45·32	42·02	38·75	35·59
751	84·55	80·98	77·44	74·91	70·39	66·94	63·47	60·06	56·66	53·28	49·93	46·68	43·28	40·00	36·74
752	85·85	82·27	78·72	75·19	71·67	68·21	64·74	61·32	57·92	54·53	51·17	47·83	44·09	41·24	37·97
753	87·17	83·58	80·03	76·50	72·97	69·50	66·04	62·61	59·20	55·80	52·45	49·19	45·89	42·50	39·23
754	88·48	84·90	81·34	77·80	74·27	70·70	67·32	63·99	60·59	57·09	53·72	50·36	47·04	43·76	40·59
755	89·78	86·21	82·63	79·08	75·55	72·08	68·59	65·16	61·74	58·34	54·97	51·61	48·39	45 00	41·72
756	91·11	87·50	83·94	80·49	76·86	73·38	69·99	66·45	53·03	59·62	56·25	52·88	49·55	46·24	42·97
757	92·41	88·80	85·24	81·68	78·14	74·65	71·18	67·72	64·38	60·88	57·50	54·14	50·80	47·50	44·21
758	93·71	90·10	86·53	82·97	79·42	75·93	72·43	69 08	65·59	62·14	58·76	55·39	52·05	48·65	45·45
759	95·14	91·13	87·87	84·38	80·73	77·24	73·73	70·38	66·85	63·43	60·04	56·67	53·32	50 01	46·61
760	996·35	992·73	989·15	985·58	982·02	978·52	975·01	971·52	968·12	964·79	961·30	957·92	954·51	951·26	947·96

B	16°	17°	18°	19°	20°	21°	22°	23°	24°	25°	26°	27°	28°	29°	30°
730	907·40	904·27	901·16	898·05	895·01	891·97	888·98	885·95	882·98	880·01	877·06	874·14	871·24	868·36	865·50
731	08·64	05·50	02·38	99·27	96·23	93·18	90·16	87·16	84·18	81·21	78·25	75·33	72·43	69·54	66·68
732	09·47	06·75	03·65	900·51	97·47	94·42	91·39	88·39	85·40	82·43	79·46	76·54	73·63	70·74	67·88
733	11·13	08·09	04·86	01·74	98·79	95·63	92·60	89·59	86·60	83·63	80·66	77·73	74·86	71·93	69·06
734	12·37	09·22	06·19	02·96	99·96	96·85	93·82	90·80	87·81	84·83	81·86	78·92	76·01	73·11	70·24
735	13·61	10·46	07·32	04·19	901·14	98·07	95·04	92·01	89·04	86·03	83·06	80·12	77·20	74·30	71·42
736	14·85	11·78	08·55	05·42	02·36	99·29	96·25	93·22	90·23	87·24	84·26	81·31	78·39	75·48	72·61
737	16·19	12·94	09·89	06·65	03·69	900·51	97·47	94·44	91·44	88·45	85·46	82·55	79·59	76·68	73·79
738	17·34	14·18	11·03	07·99	04·81	01·74	98·69	95·65	92·65	89·65	86·67	83·71	80·78	77·87	75·09
739	18·69	15·42	12·26	09·12	06·05	02·96	99·90	96·77	93·86	90·86	87·87	84·91	81·94	79·04	76·17
740	19·84	16·66	13·50	10·35	07·28	04·19	901·14	98·09	95·08	92·07	89·08	85·91	83·18	80·26	77·36
741	21·06	17·98	14·72	11·57	08·58	05·40	02·34	99·29	96·27	93·26	90·29	87·30	84·36	81·43	78·54
742	22·32	18·96	15·97	12·81	09·73	06·63	03·57	900·59	97·49	94·47	91·48	88·50	85·56	82·63	79·73
743	23·55	20·36	17·29	14·03	10·94	07·84	04·77	01·71	98·69	95·68	92·67	89·69	86·75	83·81	80·90
744	24·80	21·61	18·44	15·27	12·18	09·08	06·00	02·94	99·96	96·89	93·88	90·90	87·95	85·01	82·10
745	26·04	22·85	19·67	16·59	13·49	10·29	07·28	04·15	901·12	98·09	95·08	92·07	89·14	86·19	83·29
746	27·28	24·19	20·99	17·72	14·62	11·50	08·43	05·36	02·39	99·29	96·27	93·28	90·33	87·36	84·46
747	28·54	25·34	21·10	19·97	15·86	12·75	09·66	06·59	03·50	900·51	97·49	94·50	91·54	88·59	85·67
748	29·78	26·57	23·38	20·29	17·09	13·99	10·88	07·80	04·75	01·72	98·69	95·69	92·73	89·78	86·85
749	30·98	27·81	24·61	21·43	18·31	15·19	12·09	09·01	05·96	02·92	99·89	96·89	93·32	90·96	88·03
750	32·27	29·05	25·85	22·66	19·54	16·41	13·31	10·32	07·18	04·14	901·09	98·09	95·12	92·15	89·22
751	33·51	30·39	27·19	23·99	20·77	17·64	14·53	11·46	08·39	05·33	02·09	99·29	96·31	93·35	90·41
752	35·98	31·52	28·30	25·10	21·99	18·84	15·74	12·64	09·58	06·53	03·48	900·47	97·49	94·52	91·50
753	36·09	32·75	29·54	26·34	23·31	20·07	16·96	13·84	10·79	07·74	04·69	01·68	98·78	95·77	92·77
754	37·24	34·00	30·89	27·58	24·44	21·29	18·19	15·09	12·01	08·95	05·90	02·89	99·89	96·91	93·62
755	38·47	35·23	32·01	28·89	25·66	22·50	19·39	16·29	13·20	10·14	07·09	04·07	901·07	98·08	95·14
756	39·72	36·59	33·25	30·04	26·98	23·74	20·62	17·51	14·43	11·36	08·30	05·27	02·28	99·29	96·33
757	40·98	37·71	34·59	31·26	28·11	24·95	21·83	18·71	15·63	12·00	09·49	06·46	03·46	900·47	97·51
758	42·29	38·95	35·70	32·46	29·33	26·17	23·04	19·92	16·83	13·75	10·69	07·65	04·65	01·63	98·69
759	43·45	40·20	36·98	33·73	30·57	27·40	24·27	21·13	18·06	14·99	11·90	08·87	05·86	02·86	99·89
760	944·79	941·44	938·29	934·99	931·88	928·62	925·49	922·36	919·26	916·18	913·10	910·06	907·03	904·04	901·09

dieselbe an
je enger d
später ausf
ich das Ve
dadurch gü
geringer H

Es is
umschreibe
geringer T
aus entferr
geradem V
stimmung
lichst gerir
ein Grund

Als A
in destillir
beträchtlic
Vortheil, i
nothwendig
alkalisch,
im Vorhin
Es ist hie
ventiliren,
nachdem s
in Fällen,
was sich
Vorsicht g
diess ein
klar, wäh
milch glic
sich diese
lehrte, da
nur dann,
und unter
exacte Be

Der
Barytlösu
an der N

Ich
ändert, da

Zur
flüssigkeit
säure in
Kohlensäu

0d b

		22
		888·
2		90·
7		91·
4		92·
2		93·
9		95·
7		96·
5		97·
3		98·
1		99·
0		901·
8		02·
3		03·
2		04·
1		06·
8		07·
7		08·
6		09·
22		10·
50		12·
78		13·
06		14·
32		15·
61		16·
99		18·
·16		19·
·45		20·
·72		21·
08		23·
·38		24·
·52	9	925·

Es hält ungemein schwer, gute, übereinstimmend calibrirte Büretten zu bekommen, und bei aller Sorgfalt sind Veränderungen der Titrirflüssigkeit nicht vollkommen zu vermeiden und können zu beträchtlichen Fehlerquellen werden, wenn man, wie bei den gewöhnlichen Mohr'schen Büretten, oft nachfüllen und dazwischen aufmerksam verkorken muss.

Ich empfehle daher dringend, nur Büretten nach Rammelsberg zu verwenden, und darauf zu achten, dass im Verlauf einer Versuchsreihe die Massflasche nicht frisch gefüllt zu werden brauche.

Als äusserst empfindlicher Indicator hat sich mir die alkoholische Lösung der Rosolsäure bewährt. Eine Spur derselben verleiht ansehnlichen Mengen der alkalischen Flüssigkeit lebhaft rothe Färbung, welche bei eintretender Neutralität in eine helle Mostfarbe umschlägt.

Endlich habe ich noch einige Bemerkungen zu machen über die Umrechnung der durch die massanalytische Methode direct bestimmten Gewichtsmengen der Kohlensäure in Volumspercente. Zu diesem Ende müssen die erhaltenen Gewichtsmengen der Kohlensäure auf das Volumen bei 0^0 und 760 Mm. Luftdruck berechnet und ebenso das Luftvolum, in dem jene enthalten waren, auf das Volumen bei 0^0 und normalem Barometerstand reducirt werden.

Die Reduction einer gegebenen Luftmenge auf ihr Volumen bei 0^0 und 760 Mm. Druck ist eine etwas umständliche Rechnung. Ich füge daher die zu meinem Gebrauche angefertigte Tabelle bei, welche die auf 0^0 und 760 Mm. Druck reducirten Volumina von 1000 CC. Luft bei 1^0—30^0 C. und bei 730—760 Mm. Druck enthält.

Versuche über die Quellen der Kohlensäure und ihre Vertheilung in der Bodenluft.

Woher stammt der nachgewiesene Reichthum der Bodenluft an Kohlensäure? Entweder die Kohlensäure entsteht im Boden selbst aus der Zersetzung organischer Substanzen, oder der Boden bezieht sie von aussen her, indem er die Eigenschaft besitzt, aus dem Gasgemische der Atmosphäre Kohlensäure zu verdichten, oder es concurriren beide Ursachen.

Es ist nicht zweifelhaft, dass der Boden, wie andere poröse Körper, Gase zu condensiren vermag. Eingehend wurde diese Eigenschaft für Sauerstoff, Ammoniak und Wassergas studirt. Es wurde auch wiederholt nachgewiesen, dass das Absorptionsvermögen verschiedener Körper für verschiedene Gase verschieden ist, wie aber der Boden sich zur atmosphärischen Kohlensäure verhält, war bisher nicht Gegenstand directer Untersuchungen.

Wenn ein nennenswerther Theil der Kohlensäure der Bodenluft auf Anhäufung der in minimalen Mengen aus der Atmosphäre aufgenommenen Kohlensäure beruht, so muss auch in Bodenarten, welche jeder organischen Beimengung entbehren, die Luft an Kohlensäure reicher sein, als die über ihnen befindliche Luftschichte, und es muss möglich sein, in einem abgeschlossenen Bodenquantum die Kohlensäure zu verringern, sogar sie ganz zu entfernen, wenn demselben blos kohlensäurefreie Luft zugeführt wird.

Pettenkofer fand bei seinen Untersuchungen der atmosphärischen und Bodenluft aus der libyschen Wüste, dass in der letzteren die Kohlensäure nie 1 pro mille erreichte, in zwei Fällen sogar in geringerer Menge vorhanden war als in der atmosphärischen Luft, welche denselben Kohlensäuregehalt besass, wie die Luft in unseren Thälern und auf hohen Bergen.

Wenngleich beim Sammeln, Aufbewahren und Transportiren der Wüstenluft im Hinblicke auf die geplante Untersuchung die grösste Sorgfalt beobachtet wurde, so können

Bedenken gegen die volle Beweiskraft der Versuche nicht wohl zurückgewiesen werden.

Ich suchte daher die Frage auf folgende Weise zu lösen:

Sorgfältig gewaschener und ausgeglühter Quarzsand wurde in einem 0·4 M. hohen, 0·1 M. weiten Glascylinder gefüllt, welcher mit einer Kautschukplatte luftdicht verschliessbar war. Durch die Kautschukplatte wurden zwei im rechten Winkel gebogene Glasröhren geschoben. Die eine reichte bis nahe an den Boden des Cylinders und wurde mit dem Absorptionsrohre verbunden. Die zweite reichte etwas unter das Niveau des Sandes und trug einen Kaliapparat. Die Fugen zwischen dem Cylinderrande und den Glasröhren mit der Kautschukplatte wurden mit Baumwachs verklebt und überdiess mit geschmolzener Harzmasse ausgegossen.

Die ersten drei Liter Luft, welche aufgesaugt wurden, enthielten 1·2 Mgr. = 0·65 Kohlensäure auf 1000 Volumina Luft.

Die folgenden drei Liter Luft waren bereits frei von Kohlensäure.

Während der Zusammenstellung des Versuches war der Sand hinreichend mit der atmosphärischen Luft in Berührung gestanden, im Cylinder selbst befand sich atmosphärische Luft. Die ersten aufgesaugten Mengen mussten daher Kohlensäure enthalten. Dass sie so wenig enthielten und dass in den unmittelbar darauf aspirirten drei Litern Luft keine Kohlensäure mehr nachweisbar war, zeigt, dass die Luft in rein mineralischem Boden zum mindesten nicht viel reicher an Kohlensäure ist als die Atmosphäre. Zugleich erfuhr ich, dass mein Versuchsmaterial keine Quellen zur Bildung von Kohlensäure besass, und dass mein Apparat verlässlich sei, weil der Luftzutritt ausser durch Kali streichend, wirksam hintangehalten wurde.

Um zu erfahren ob auch aus humösen Bodenarten die Kohlensäure durch Aspiration entfernt werden kann, wenn der Zutritt der atmosphärischen Kohlensäure verhindert wird, wiederholte ich den Versuch mit der Modification, dass ich statt des ausgeglühten Quarzsandes gewöhnliche Gartenerde verwendete. Ich fand

in 3	Liter	Luft	22·8	Mgr.
3	„	„	18·0	„
3	„	„	24·8	„
2	„	„	22·0	„
3	„	„	25·6	„
2	„	„	21·6	„
2	„	„	19·2	„
2	„	„	22·8	„

Die vorstehenden acht Bestimmungen vertheilen sich auf 14 Tage. Sie lehren:

1. Bodenarten, welche organische Beimengungen enthalten, besitzen eine stetige Quelle zur Bildung von Kohlensäure.

2. Die Bildung der Kohlensäure erfolgt nicht gleichmässig, doch sind die Schwankungen nicht bedeutend, wenn die äusseren Bedingungen gleich bleiben.

3. Werden aus einer abgeschlossenen Bodenmenge hintereinander grössere Mengen Luft aspirirt, so verarmt der Boden an Kohlensäure, weil die Bildung derselben nicht gleichen Schritt hält mit der durchstreichenden Luft.

Diese Erfahrung ist von höchster methodischer Wichtigkeit. Sie ist eine Handhabe zur Kritik vieler Daten und beleuchtet manche Widersprüche der Autoren. Sie weist an, dass

man nur kleine Quantitäten Luft auf einmal aspiriren soll, ein Rath, den schon Fodor aus dem Grunde gegeben hat, weil man bei grossen Mengen die Orientirung über das angesaugte Gebiet verliert.

Die ausgiebige Durchlüftung (mit dem zwanzigfachen Volumen etwa) der gegebenen Erdmenge konnte eine Verminderung des Kohlensäuregehaltes der Bodenluft nicht herbeiführen. Die aspirirte Kohlensäure wurde rasch wieder ersetzt, es mussten daher die Bedingungen für ihre Neubildung reichlich vorhanden sein. Die Aspiration wurde unterbrochen, der Zutritt von atmosphärischer Luft jedoch nur durch den Kaliapparat frei gehalten.

Nach 20 Tagen wurden wieder einige Portionen Luft zu je 250 CC. aspirirt, die geringe Menge desshalb, weil vorauszusehen war, dass die Kohlensäure in der Zwischenzeit sich angehäuft haben würde. Die Voraussetzung fand in der That ihre Bestätigung. Durch die erste Portion wurde die Barytlösung, trotzdem sie einen sehr hohen Titre hatte, gesättigt, es kann daher nicht gesagt werden, wie viel überschüssige Kohlensäure entwichen war. In der zweiten Portion waren noch 78·4 Mgr. = 177 Vol., in der dritten Portion 21·2 Mgr. = 46 Vol. CO_2 nachweisbar. Die Kohlensäurebildung hatte also durchaus keine Abnahme erfahren und es war auch nicht zu hoffen, dass dieses Ziel auf diesem Wege erreicht werde. Ich führe diesen Versuch nur an, weil er zeigt, dass in gewöhnlichem Ackergrund fast unerschöpfliche Quellen für die Bildung von Kohlensäure vorhanden sind, und dass die Diffusion der Kohlensäure in die Atmosphäre ausserordentlich langsam vor sich geht; denn trotzdem im vorliegenden Falle die Luft über der Erde ursprünglich frei von Kohlensäure war, hatte sich dieses Gas doch in so bedeutender Menge in der Bodenluft angehäuft. Es verminderte sich aber rasch, sobald die Luft in Bewegung gesetzt wurde: ein bedeutsamer Fingerzeig für den Einfluss der Luftströmungen auf die Durchlüftung des Bodens.

Es haben aber eine ganze Reihe von Versuchen, die zu anderen Zwecken angestellt wurden und die im Verlaufe Erwähnung finden werden, auf das Sicherste nachgewiesen, dass man jeden beliebigen Boden von der freien Kohlensäure befreien kann, wenn demselben kohlensäurefreie Luft zugeführt wird, nur muss in ihm die Neubildung von Kohlensäure auf irgend eine Weise hintangehalten werden.

In welcher Abhängigkeit steht aber der Kohlensäuregehalt der Bodenluft zu jenem der atmosphärischen Luft? Diffundirt die atmosphärische Luft durch den Boden ohne in ihrem Mischungsverhältnisse alterirt zu werden oder besitzt der Boden eine Absorptionsfähigkeit für Kohlensäure und verhalten sich in dieser Beziehung rein mineralische Böden ebenso wie fruchtbare Erde?

Um diese Fragen zu beantworten, benützte ich den Apparat aus dem ersten Versuche, entfernte das Kalirohr und brachte ihn ins Freie, in einen von Fichten beschatteten Theil des Gartens. Von dem Sande wusste ich, dass er keine Kohlensäure enthielt, was ich aus ihm aspirirte musste aus der atmosphärischen Luft stammen. Daneben stellte ich einen Apparat zur Bestimmung der Kohlensäure unmittelbar aus der Atmosphäre auf. Beide Apparate wurden gleichzeitig in Thätigkeit gesetzt.

In der Zeit vom 8. Juni bis 11. Juli wurden täglich Bestimmungen gemacht, die sehr wechselnde Resultate ergaben. Mitunter war der Gehalt an Kohlensäure gleich, ob die Luft durch Sand gestrichen oder unmittelbar aspirirt war. In anderen Fällen zeigten sich Schwankungen in der einen wie in der anderen Richtung, aus denen mir nur die Regelmässigkeit auffiel, dass die Luft ärmer an CO_2 war, wenn der Sand feucht geworden war.

Es schien mir durchaus plausibel, dass der feuchte Sand einen Theil der Kohlensäure aus der durchziehenden Luft zurückhalte. Um mich dessen zu vergewissern und um zu erfahren, ob die gefundenen Schwankungen nicht etwa von anderen Einflüssen abhängig seien, stellte ich die weiteren Versuche im Laboratorium an. Ich trocknete den Sand wieder in der Platinschale, füllte die Flasche und verband das Zuleitungsrohr mit einem Schwefelsäureapparat, um auch das geringste Feuchtwerden des Sandes zu verhüten.

Ich aspirirte 3 Liter Luft durch den Sand und gleichzeitig 3 Liter Luft aus der Atmosphäre, nachdem sie ebenfalls durch Schwefelsäure gestrichen war. In beiden Luftquantitäten erwies sich der Kohlensäuregehalt gleich, nämlich 0·8 Vol. pro mille.

Der Quarzsand in absolut trockenem Zustande besitzt demnach die Fähigkeit nicht, Kohlensäure zu verdichten.

Nicht so einfach gestaltet sich dieser Versuch mit fruchtbarer Erde. Wir haben bereits gesehen, dass in dieser die Entwickelung der Kohlensäure sehr lebhaft und nicht mit solcher Regelmässigkeit stattfindet, dass die etwa aus der Luft aufgenommene Kohlensäure mit Bestimmtheit auf ihren Ursprung zurückgeführt werden könnte. Es ist diess nur dann möglich, wenn die chemischen Processe in der Erde zum Stillstande gebracht werden und diess geschieht durch absolute Entziehung des Wassers. Im anderen Falle kann fruchtbare Erde niemals in die Lage kommen Kohlensäure aus der Atmosphäre aufzunehmen, weil sie selbst an diesem Gase viel reicher ist.

Ich nahm daher Composterde und setzte sie durch 3 Tage im Trockenkasten der Temperatur des siedenden Wassers aus. Noch warm füllte ich sie in eine Flasche, durch deren Pfropfen zwei Glasröhren gezogen waren und verschloss dieselbe luftdicht. Das kürzere Glasrohr wurde mit einem Kalirohr verbunden und an dieses schloss sich ein Schwefelsäureapparat. Die durchziehende Luft war so absolut trocken und frei von Kohlensäure. Aber auch in der Erde selbst war kaum eine Spur freier Kohlensäure; denn nachdem ich durch mehrere Tage continuirlich durch dasselbe Absorptionsrohr hatte Luft streichen lassen, zeigte sich die Barytlösung nicht einmal leise getrübt.

Nun entfernte ich das Kalirohr und beliess den Schwefelsäureapparat, so dass die nun durchziehende Luft wasserfrei, aber sonst von normaler Zusammensetzung war. Wenn sie Kohlensäure an die Erde abgeben sollte, so muss dieser Verlust an der austretenden Luft sich constatiren lassen durch den Vergleich mit dem Kohlensäuregehalt der Luft zur selben Zeit im selben Raume. Ein geringer, vielleicht kaum messbarer Verlust muss unter allen Umständen eintreten, weil im geschlossenen Raume der Flasche eine kleine Menge kohlensäurefreier Luft sich befindet.

Die Apparate waren vom 31. Juli bis 10. August in Thätigkeit. Viermal wurde diese unterbrochen, die in der Zwischenzeit absorbirte Kohlensäure bestimmt und auf die bekannte Luftmenge reducirt. In der Tabelle ist der Kohlensäuregehalt für je 1 Liter Luft in Milligrammen angegeben. Die Aspiratoren arbeiteten so langsam, dass innerhalb 24 Stunden nur 2—3 Liter abflossen.

Datum	Luftdruck	Temperatur	Mgr. CO_2 in 1 Liter	
			atm. Luft	Bodenluft
31. Juli	750·1	19·4		
1. August	746·0	19·4	0·62	0·38
2. „	740·6	19·9		
3. „	744·4	17·4		
4. „	743·0	18·2	0·82	0·67
5. „	748·5	18·0		
6. „	749·5	18·8	1·00	0·80
7. „	746·4	19·7		
9. „	742·3	20·0	0·90	0·80
10. „	745·1	19·8		

Es zeigt sich demnach, dass die atmosphärische Luft, nachdem sie durch humöse Erde gestrichen war, einen Theil ihrer Kohlensäure eingebüsst hatte. Zu Beginn, da die Erde gar keine freie Kohlensäure enthielt, war der Verlust am bedeutendsten, ermässigte sich allmälig und am Schlusse, da die Erdpartikelchen ihre Kohlensäurehüllen besassen, betrug er nur ein Minimum. Immerhin besitzt die humöse Erde für Kohlensäure ein sehr geringes Absorptionsvermögen, dem groben Quarzsande fehlt dasselbe, wie wir gesehen haben, ganz und es wäre wünschenswerth das Verhalten der verschiedenen Bodenarten in dieser Beziehung kennen zu lernen. Hier, wo es sich nur um Feststellung allgemeiner Grundsätze handelt, genügt es zu wissen, dass es überhaupt Bodenarten gibt, welche das Bestreben haben Kohlensäure zu verdichten.

Unsere Resultate zeigen manche Analogieen mit den von Schübler für Wasserdampf gefundenen Thatsachen. Die untersuchten Erden zeigten ein sehr verschiedenes Absorptionsvermögen für Wassergas, nur Quarzsand absorbirte keines. Die Verdichtung erfolgt anfangs mit grosser Intensität und nimmt stetig aber gleichfalls nicht regelmässig ab.

Ob das den Erdpartikelchen adhärirende Wasser, d. h. ob feuchte Erde auf rein physikalischem Wege Kohlensäure aus der Luft absorbirt, kann nur an einem Materiale in Erfahrung gebracht werden, welches nicht nur frei von Kohlensäure ist, sondern dieses Gas auch nicht zu bilden vermag, weil in letzterem Falle, wie schon erwähnt, das durch den Chemismus entstandene von dem absorbirten Gase nicht zu trennen wäre.

Ich besass ein passendes Material in dem aus den vorigen Versuchen bekannten Quarzsand, überzeugte mich durch eine Vorprobe, dass er wirklich keine Kohlensäure enthielt und brachte mittelst einer Pipette 50 CC. destillirtes, eben ausgekochtes Wasser in die Flasche. Der Versuch brachte ein ganz unerwartetes Resultat. Durch 14 Tage wurden 30 Liter aspirirt, je aus der Atmosphäre und aus dem befeuchteten Sande. Siebenmal wurde die jeweilig abgeflossene Luft auf ihren Kohlensäuregehalt geprüft und wie die Tabelle lehrt, zeigte die Luft, nachdem sie durch den Sand gestrichen war, sich wenig verschieden von der Atmosphäre mit Beziehung auf ihren Gehalt an Kohlensäure.

Mgr. CO_2 in 1 Liter		Differenz	Luftquantum
atm. Luft	Bodenluft		
1·0	0·9	— 0·1	2 Liter
1·2	1·1	— 0·1	2 „
0·8	1·0	+ 0·2	6 „
0·6	1·1	+ 0·5	8 „
1·0	1·1	+ 0·1	4 „
0·9	1·0	+ 0·1	4 „
0·9	1·0	+ 0·1	4 „

Es ist bemerkenswerth, dass die ersten Luftmengen einen Theil ihrer Kohlensäure an den Sand abgegeben hatten und, dass in der Folge die aus dem Sande aspirirte Luft immer reicher an Kohlensäure erschien als ehe sie mit dem Sande in Berührung gekommen war. Allerdings bewegen sich die Differenzen nur in Myriagrammen; aber weil die Versuche mit der peinlichsten Sorgfalt vorgenommen wurden, möchte ich die Resultate doch nicht über Bord werfen, sondern mich nach einer Erklärung umsehen. Unerklärlich scheinen auf den ersten Blick beide zu sein. Man hätte erwartet, dass der befeuchtete, kohlensäurefreie Sand zum mindesten den grösseren Theil der Kohlensäure aus der durchstreichenden Luft absorbiren würde und nachdem er mit dem Gase gesättigt, hätten Schwankungen in Abhängigkeit von der Temperatur und dem Luftdruck eintreten sollen. Nun scheint allerdings Kohlensäure absorbirt worden zu sein, aber in einer Menge, die zur Sättigung der vorhandenen Wassermenge weitaus nicht ausreichte[1]), und woher kommt späterhin der andauernd höhere Gehalt an Kohlensäure in der Bodenluft? Beide Erscheinungen weiss ich nur unter der Annahme zu deuten, dass die in der Luft suspendirten Organismen und organischen Reste im feuchten Sande Kohlensäure entwickelten. Ihre Menge war im Anfange zu gering, als dass sie vereint mit der eintretenden Luft zur Sättigung des Wassers ausgereicht hätte, desshalb war die austretende Luft noch ärmer an Kohlensäure als die zugeführte. Als aber mit der Menge der zugeführten Luft auch die Quellen der Kohlensäure vermehrt wurden, zeigte sich ein Ueberschuss an Kohlensäure in der austretenden Luft.

Als Pettenkofer die Luft im Geröllboden Münchens untersuchte, wo, wie er selbst bemerkt, jede Verunreinigung ausgeschlossen war, die zu Kohlensäure-Entwicklung Veranlassung geben könnte und in ihr namhaft mehr Kohlensäure fand als in der atmosphärischen Luft, schien es ihm wahrscheinlich, dass es organische Processe im Boden sind, welche die Kohlensäure bilden und die letztere ist nicht der Ausdruck für die Intensität des Kohlensäure bildenden Processes, sondern nur für die Differenz der Kohlensäure bildenden und verzehrenden Thätigkeit niedriger Organismen. Später, gelegentlich der Mittheilung seiner Untersuchung der Luft aus der libyschen Wüste, sagt derselbe Autor: Wahrscheinlich stammt die Kohlensäure von organischen Stoffen, die mit dem Regen in die Tiefe geführt

[1]) Ich erinnere, dass das Bodenwasser mit Kohlensäure nicht gesättigt ist, auch wenn der Boden einen Ueberschuss von Kohlensäure enthält. Die festen Theile des Bodens verhindern die vollständige Sättigung, ja sie treiben sogar aus gesättigtem Wasser die Kohlensäure aus (Mulder).

werden und dort verwesen. Wo also nicht vulcanische oder mineralische Quellen der Kohlensäure sind, gehören zum Kohlensäuregehalt der Bodenluft organische Substanz und Wasser.

Dass humöse Böden durch langsame Verbrennung Kohlensäure liefern, ist bestimmt nachgewiesen. Fodor hat direct gezeigt, dass die Bodenluft in dem Masse an Sauerstoff ärmer wird als zur Bildung von Kohlensäure verbraucht worden ist.

Die folgenden Versuche werden zeigen, wie durch die Zufuhr organischer Substanz der Kohlensäuregehalt der Bodenluft gesteigert wird.

Ich nahm 30 Gramm frische, geschnittene Blätter von *Carpinus Betulus* und mischte sie mit 1700 Gr. von jenem Quarzsand, von dem bekannt ist, dass in ihm keine Kohlensäure-Entwickelung stattfindet. Die Mischung füllte ich in eine Flasche, durch deren Propfen zwei Glasröhren luftdicht gezogen waren. Die eine trägt den Kaliapparat, die andere dient zur Verbindung mit dem Absorptionsrohr.

Auf dieselbe Weise stellte ich einen Versuch mit 30 Gr. frisch gesammelten, grob zerschnittenen Schwarzföhren-Nadeln zusammen.

Den Gang der Kohlensäure-Entwicklung zeigt folgende Zusammenstellung:

Luftquantum	Gehalt an CO_2 in Mgr.	
	aus Laub	aus Nadeln
1000 CC.	27·8	22·8
—	51·2	31·8
—	66·4	63·8
2000 CC.	190·0	127·6
—	214·4	135·2
—	234·4	188·0

Es hatte demnach im Mittel ein Liter Luft:
aus frischem Laub . 87·1 Mgr. CO_2
aus frischen Nadeln . 63·2 „ „
aufgenommen.

Da bei diesen Versuchen jede andere Quelle der Kohlensäurebildung als die grünen Pflanzentheile ausgeschlossen ist (die während der Zusammenstellung der Versuche in den Apparat gelangte atmosphärische Luft kommt wohl nicht in Betracht), so zeigen sie dass grüne Pflanzentheile, unter die Erde gebracht, sofort beträchtliche Mengen Kohlensäure entwickeln. In dem Masse als die Verwesung (Gährung) fortschreitet, steigert sich die Bildung von Kohlensäure. Sie ist lebhafter bei Laub, weniger intensiv bei den der Verwesung länger widerstehenden Nadeln.

Ist einmal bewiesen, dass die Bodenluft durch Verwesung organischer Substanzen mit Kohlensäure geschwängert wird[1]), so schwindet dieser Entstehungsursache der Kohlensäure

[1]) Corenwinder fand in einem mit Stalldünger und 3300 Kg. Oelkuchen pro Hectare gedüngten Lehmboden innerhalb 24 Stunden 15·7 Liter Kohlensäure per Quadratmeter.

gegenüber jede andere an Bedeutung. Es kann nur theoretisches Interesse beanspruchen ob mikroskopische Organismen bei ihrem Lebensprocesse einen Ueberschuss an Kohlensäure produciren, ob organische Stoffe oder unmittelbar Kohlensäure aus der Atmosphäre durch den Regen in die Erde geschwemmt werden, ob endlich der Boden auch freie Kohlensäure aus der Luft zu binden vermag.

Alle diese Momente können nur in absolut unfruchtbarem Grunde auf den Kohlensäuregehalt der Bodenluft von nennenswerthem Einflusse sein.

Nachdem wir die Ursachen des reichen Kohlensäuregehaltes der Bodenluft kennen gelernt haben, müssen wir nach den Gründen fragen, welche die Schwankungen im Kohlensäuregehalt der Bodenluft herbeiführen. Sowie wir vorhin die vulcanischen oder mineralischen Quellen der Kohlensäure aus der Betrachtung ausschlossen, weil ihre Bedeutung nur an bestimmten Oertlichkeiten zu Tage tritt, so können wir auch hier aus demselben Grunde die in chemische Verbindungen eintretende (wie z. B. die Bildung von Bicarbonaten, wo Carbonate im Boden vorhanden sind) oder die aus ihnen austretende (wie z. B. die Zerlegung der Carbonate im Erdinnern) Kohlensäure sowie die aus dem Chemismus lebender Organismen resultirende Veränderung des Gasgemisches unberücksichtigt lassen und nur die allgemein wirksamen Momente in Erwägung ziehen.

Theoretisch ist es zulässig zu denken, dass der Boden bis auf eine gewisse, jedenfalls mässige Tiefe unter dem directen Einflusse der Sonnenstrahlen seines Wassergehaltes beraubt wird, dadurch die Fähigkeit verliert Kohlensäure zu bilden, die durch Verdunstung frei gewordene Kohlensäure diffundirt mit der atmosphärischen Luft in dem Verhältniss, dass auf je 1 Volum der austretenden Kohlensäure 1·235 Volumina Luft eintreten und es kann dahin kommen, dass die Bodenluft eines umschriebenen Bezirkes ebensoviel Kohlensäure enthält als die atmosphärische Luft.

Man hat in praxi bisher einen solchen Bezirk, wo die reichlich fliessenden Quellen der Kohlensäure im Boden erschöpft worden wären, nicht entdeckt. Die Schwankungen im Kohlensäuregehalt der Bodenluft bewegen sich innerhalb weiter Grenzen, aber alle Analysen haben den Reichthum der Bodenluft an Kohlensäure dargethan, und dass dieser in erster Linie bedingt wird von der im Boden angehäuften organischen Substanz, zeigen direct die oben angeführten Versuche mit Laub und Nadeln.

Aber auch in einem Boden, welcher reichlich mit organischer Substanz versehen ist, wird die Menge der Kohlensäure schwanken je nach der Intensität mit der die Verwesung fortschreitet, und es ist ganz wol möglich, dass ein reich gedüngter Boden unter Umständen relativ arm an Kohlensäure ist.

Wenn der Wechsel der atmosphärischen Luft behindert, der verbrauchte Sauerstoff nicht ersetzt wird, muss ein Stillstand in der Kohlensäurebildung eintreten.

Mangel an Feuchtigkeit hebt die Humificirung auf.

Endlich wird der Oxydationsprocess nur innerhalb bestimmter Temperaturgrenzen stattfinden.

Ueber das Verhalten reichgedüngter Böden bei absolutem Ausschluss der atmosphärischen Luft belehrte mich ein Versuch, zu dem ich die oben verwendete Mischung des Quarzsandes mit frischem Laub und Nadeln benützte. Ich wusste von ihr, dass sie ungeheure Mengen von Kohlensäure lieferte. Wenn die Bildung derselben fortdauerte, ihr Austritt aber behindert wurde, so musste sich bald ein Ueberdruck geltend machen, der sich an einem eingeschalteten Manometer messen liesse, oder wenn ihr der Austritt nur durch eine

absorbirende Lösung gestattet würde, dann müsste sich ihre Menge direct bestimmen lassen. Ich schlug zuerst den letzteren Weg ein, weil ich durch ihn auch über einen etwaigen Ueberdruck Aufschluss erhalten konnte.

Das eine Glasrohr wurde abgeschmolzen, das andere im rechten Winkel gebogene mit einem zweiten rechtwinkelig gebogenen Röhrchen verbunden, und das freie nach abwärts gerichtete Ende durch den Pfropfen einer aufrecht stehenden Eprouvette bis nahe an den Boden gezogen. Alle Verbindungsstellen wurden mit Harzmasse ausgegossen. In der Eprouvette befand sich eine titrirte Barytlösung.

Unmittelbar nach Fertigstellung des Apparates zeigte sich in dem in die Barytlösung tauchenden Glasrohr eine Niveauerhöhung um 5 Millimeter, die offenbar vom Einsetzen des Pfropfes herrührte. Dadurch wurde nämlich die Luft in der Eprouvette unter höheren Druck gebracht als die Luft in der Flasche. Am zweiten Tage hatte sich eine kleine Menge kohlensauren Baryts niedergeschlagen.

Allmälig glich sich der Niveauunterschied der Flüssigkeit in der Eprouvette und im Glasrohre aus und nachdem drei Wochen der Apparat sich selbst überlassen worden war, stand die Flüssigkeit in dem Glasrohre unter dem Spiegel in der Eprouvette und zwar um 25 Millimeter in der Flasche, welche die Nadeln enthielt, und um 9 Millimeter an der Flasche, welche das Laub barg.

Die Analyse ergab, dass aus dieser 4·75 CC., aus jener 2·25 CC. Kohlensäure absorbirt worden waren, ein Quantum, das fast zu gering erscheint, wenn man berücksichtigt, dass die Kohlensäurebildung lebhaft im Gange war, und nur erklärlich wird durch den Umstand, dass die Luft im Apparate von allem Anfange an arm an Sauerstoff, sehr reich an Kohlensäure war und dass die letztere unbewegt blieb, und nur durch eine kaum 0·5 □ Cm. grosse Fläche mit der absorbirenden Flüssigkeit in Berührung stand.

In jedem Falle war aber die Entwickelung der Kohlensäure von dem Augenblicke an sistirt, wo der im Apparat noch vorhandene Sauerstoff verbraucht war.

Zu allem Ueberfluss brachte ich noch die Flaschen mit Quecksilbermanometern in Verbindung, unter der Vorsicht, dass nicht mehr Luft eintreten konnte als in dem einen Schenkel des Manometers enthalten war. Auf diese Art gelangte allerdings, da das Manometer 10—12 CC. fasste, etwa 1 CC. Sauerstoff in den Apparat, eine Menge, durch welche das Resultat wohl nicht alterirt werden kann.

Nach 30 Tagen war auch nicht die geringste Niveaudifferenz zu bemerken.

Die Zusammenstellung der Apparate gestattete sie mit Absorptionsröhren zu verbinden ohne dass Luft eintrat. Die Entwickelung von Kohlensäure hätte sich so durch die in die Barytlösung eintretenden Gasblasen verrathen müssen. Es geschah aber nichts dergleichen. Erst als die Aspiratoren in Thätigkeit gesetzt wurden, wurde ein kohlensäurereiches Gasgemenge aus den Flaschen gehoben, wie nicht anders zu erwarten stand. Nachdem etwa 60 CC. abgeflossen waren, standen die Aspiratoren stille und ich öffnete nun eine Minute lang die Verbindung der Flaschen mit Luft. Diess genügte um eine enorme Kohlensäureentwickelung einzuleiten.

Dass die Entwickelung von Kohlensäure im Boden ohne Zutritt von Sauerstoff unmöglich sei, dazu bedurfte es keines Beweises.

Bekanntlich aber finden bei der Humificirung der Vegetabilien auch Desoxydationsprocesse statt und es ist strittig ob der hierbei gelieferte Sauerstoff zur Bildung von Wasser oder zur Oxydation des Kohlenstoffes verwendet wird. Mein Versuch spricht für die erstere,

von Saussure vertretene Anschauung, da für die Production der Kohlensäure atmosphärischer Sauerstoff unerlässlich erscheint.

Unter natürlichen Verhältnissen kommt eine vollkommen behinderte Communication der Bodenluft mit der Atmosphäre nicht leicht vor, wohl aber sind verschiedene Bodenarten für Gase in verschiedenem Grade durchdringlich. Um wenigstens ein allgemeines Urtheil darüber zu gewinnen, wie durch diese physikalische Eigenschaft des Bodens die Vertheilung der Kohlensäure in der Bodenluft beeinflusst wird, stellte ich einige Versuche mit typischen Erden im Freien an. Ich liess im Mariabrunner Versuchsgarten vier Beete von 1 Meter im Quadrat und 0·5 Meter Tiefe ausheben und füllte diese mit wechselnden Lagen von Nadelstreu, Wellsand und Thon, u. z.

I.	II.	III.	IV.
Thon	Wellsand	Thon	Wellsand
Wellsand	Thon	Nadelstreu	Nadelstreu
Nadelstreu	Nadelstreu	Wellsand	Thon

Als vierte, unterste Schichte wurde der natürliche Boden, sandiger Lehm, belassen. Die Nadelstreu wurde in einer Schichte von 10 Cm., der Wellsand und Thon in 20 Cm. Mächtigkeit genommen. Vier Glasröhren wurden in jedes Beet so versenkt, dass das im Boden befindliche Ende in halber Höhe je einer Schichte zu liegen kam und von seinen Nachbarn mindestens 30 Cm. allseitig entfernt war. So stand zu erwarten, dass die angesaugten Gebiete einander nicht berührten, und zur weiteren Vorsicht wurde für jeden Versuch nur je ein halber Liter Luft aspirirt.

In der Zeit des Versuches (23.—31. August) herrschte unausgesetzt schönes Wetter. Das Versuchsfeld war der Sonne exponirt und die Aspiration der Luft erfolgte um die Mittagszeit. So weit bei Versuchen im Freien die äusseren Bedingungen als gleiche gelten können, war es hier der Fall.

	Bodenart	Tiefe in Metern	Kohlensäure in 1000 Vol. [1]			
I	Thon	0·10	8·0		9·0	
	Sand	0·30	10·8	9·6	13·6	14·0
	Nadelstreu	0·45	15·8	18·4	17·6	17·8
II	Sand	0·10	4·0		4·9	
	Thon	0·30	37·0	26·2	30·0	
	Streu	0·45	38·2	31·6	33·7	
III	Thon	0·10	20·0	19·8		
	Streu	0·25	19·3	15·3	15·1	
	Sand	0·40	20·2	16·8		
	Grund	0·60	15·9	11·7	12·4	
IV	Sand	0·10	8·5		7·7	
	Streu	0·25	7·2	10·4	9·0	
	Thon	0·40	18·9	20·4	18·9	

[1]) Die Zahlen der verticalen Reihen beziehen sich auf gleichzeitige Bestimmungen.

Auf den ersten Blick fällt die grosse Verschiedenheit im Kohlensäuregehalte der verschiedenen Bodenarten auf. Diese hat indessen nichts Ueberraschendes. Daneben sehen wir aber auch, dass der Kohlensäuregehalt in derselben Bodenart sehr bedeutenden Schwankungen unterworfen ist, und wir wollen versuchen, die Abhängigkeit derselben von der Natur der Bodenschichten aus den tabellarischen Daten abzuleiten. In dem Beete I und II befindet sich die Quelle der Kohlensäure — als solche kann die Nadelstreu gegenüber den beiden an organischen Substanzen überaus armen Schichten gelten — bedeckt von Sand und Thon, so dass einmal der Thon, das andere Mal der Sand die unmittelbare Decke bildet. Im ersten Falle (II) ist sowohl die Streu- als die Thonschichte reich an Kohlensäure, der sie bedeckende Sand ebenso arm an ihr. Man darf daher vermuthen, dass die in der Streu sich entwickelnde Kohlensäure leicht in den Thon eindringt, diesen aber nur schwer und in geringer Menge verlässt. Der Sand erhält wenig Kohlensäure und diffundirt unmittelbar mit der atmosphärischen Luft. Im zweiten Falle (I) bildet Thon die Oberfläche. Er erhält die Kohlensäure durch Vermittlung des Sandes und behält sie zum grössten Theile. Sein Einfluss erstreckt sich aber auch in der Richtung, dass er dem leicht diffundirbaren Sande einen grösseren Gehalt an Kohlensäure sichert. Der Sand befindet sich zwischen zwei Schichten, von denen die untere das Gas zuführt, die obere es nur in geringer Menge abgibt, daher erklärt sich, dass bei dieser Lagerung der Bodenarten der Kohlensäuregehalt nach oben stetig abnimmt.

Die Zahlen der Tabelle III zeigen die conservirende Eigenschaft des Thons in überzeugender Weise. Bis in die Tiefe von 40 Cm. ist der Kohlensäuregehalt der Bodenluft wenig verschieden, gleichgiltig aus welchem Materiale der Boden geschichtet ist, indem durch die Thondecke die Abgabe der Kohlensäure an die Luft gehemmt wird und, dass im Gegensatze zu I der Thon reicher an Kohlensäure ist, beruht darauf, dass die Streu sich unmittelbar unter ihm befindet. Der Grund enthält weniger Kohlensäure.

Die Tabelle IV gibt Aufschluss über den Vorgang der Diffusion selbst. Derselbe erfolgt offenbar nach allen Richtungen des Raumes. Der Sand, den wir aus den Versuchen II bereits als eine das Gas sehr leicht durchlassende Bodenart kennen, behält hier nahezu denselben Kohlensäuregehalt wie die unter ihm befindliche Streulage, weil, so leicht die Kohlensäure an die Luft abgegeben wird, ebenso leicht der Verlust wieder von unten her ersetzt wird. Dort war der Sand von der Kohlensäurequelle durch Thon geschieden, einer Bodenart, welche b e g i e r i g G a s e a u f n i m m t, a b e r d i e s e l b e n e b e n s o e n e r g i s c h f e s t h ä l t. Diese Eigenschaft macht es erklärlich, dass in der Anordnung IV der Thon sogar reicher an Kohlensäure ist, als die Streuschichte.

A u f d e n G e h a l t d e r B o d e n l u f t a n K o h l e n s ä u r e i s t d i e D u r c h l ä s s i g k e i t d e r B o d e n s c h i c h t e n f ü r G a s e u n d d i e A r t i h r e r S c h i c h t u n g d e m n a c h v o n h e r v o r r a g e n d e m E i n f l u s s e, s o d a s s u n t e r U m s t ä n d e n s o g a r h u m i f i c i r e n d e S c h i c h t e n g e r i n g e r e n K o h l e n s ä u r e g e h a l t a u f w e i s e n k ö n n e n a l s a n d e r e, i n d e n e n e r w i e s e n e r m a s s e n K o h l e n s t o f f v e r b i n d u n g e n s e h r s p ä r l i c h v o r h a n d e n s i n d. Wenn man diesen Thatsachen begegnet, ohne die Ursache derselben zu kennen, so liegt es sehr nahe, die Bedeutung der im Boden enthaltenen organischen Substanzen als Quelle der Kohlensäurebildung zu unterschätzen.

Die Durchlässigkeit der Bodenschichten für Gase übt ihren Einfluss auf den Kohlensäuregehalt der Bodenluft ohne Frage auch in der Weise, dass durch sie der Zutritt von Sauerstoff, die fundamentale Bedingung der Oxydationsprocesse, regulirt wird. Wie sich

dieser Einfluss geltend macht, ob bis dahin, dass die Bildung der Kohlensäure merklich alterirt werden kann, darüber geben diese Versuche keinen Aufschluss, bei denen dem Gasaustausche von den Seiten her kein Hinderniss gesetzt war.

Zur Entscheidung dieser Frage schien mir ein in kleinerem Massstabe ausgeführter Versuch zu genügen.

Ich füllte einen 0·4 Meter hohen Recipienten zur Hälfte mit Düngererde und zur Hälfte mit Thon. Aus jeder der beiden Schichten wurden gleiche Luftmengen, gleichzeitig und abgesondert aufgefangen und ihr Gehalt an Kohlensäure bestimmt. — Es enthielten:

3	Liter	Luft	aus	Erde	19·6 Mgr.,	aus	Thon	11·2	Mgr.	CO_2,	
2	„	„	„	„	37·6	„	„	„	18·4	„	„
2	„	„	„	„	72·8	„	„	„	28·0	„	„
1	„	„	„	„	51·2	„	„	„	15·2	„	„

Es war somit in beiden Schichten die Kohlensäure in Zunahme begriffen. Nachdem wir wissen, dass der bei der Zersetzung der Kohlehydrate sich ausscheidende Sauerstoff zur Bildung der Kohlensäure nicht verwendet wird, so ist diess ein sicherer Beweis, dass durch die 20 Cm. mächtige Thonschichte die atmosphärische Luft in genügender Menge diffundiren konnte. Die Steigerung erhärtet weiter die oben ausgesprochene Ansicht, dass der Thon den Austritt der Kohlensäure erschwert.

Welch wichtige Rolle das Wasser bei der Bildung der Kohlensäure im Boden spielt, hat schon der Versuch gezeigt, in welchem durch Trocknen der Düngererde bei 100° die Entwickelung der Kohlensäure gänzlich zum Stillstande gebracht worden war. Dass aber auch durch blosse Einwirkung der Sonnenstrahlen der Erde so viel Feuchtigkeit entzogen werden kann, dass in ihr keine Kohlensäure mehr entsteht, zeigen folgende drei Versuche.

Ich dörrte Weissbuchenlaub und Schwarzföhrennadeln an der Sonne und mischte je 5 Gr. davon mit 300 Gr. gleichfalls getrockneten Quarzsandes. Zugleich wurden 300 Gr. an der Sonne getrocknete Composterde genommen. Diese drei Erdproben wurden in gleicher Weise verschlossen, nachdem das Luft zuführende Rohr mit dem Kaliapparat verbunden war.

Wie rasch und vollständig die eingeschlossene Luft an Kohlensäure erschöpft wurde, ist unmittelbar aus der Tabelle ersichtlich.

Datum	Luftquantum	CO_2 in 1000 Theilen		
		Laub	Nadeln	Compost
13. Juli	1 Liter	0·87	2·60	
14. „	„	0·55	0·99	4·38
16. „	„			2·32
20. „	„	0·43	0·00	0·87
21. „	„	0·00		0·00
27. „	„	0·00	0·00	0·00

Nun brachte ich mittels einer Pipette je 50 CC. destillirtes, eben ausgekochtes Wasser in die Gefässe und begann sofort Luft zu aspiriren.

Datum	Luftquantum	CO_2 in 1000 Vol.		
		Laub	Nadeln	Compost
27. Juli	1 Liter	5·45	1·30	4·58
28. „	1 „	1·30	0·87	9·98
29. „	2 „ [1])	48·97 [1])	13·54 [1])	45·94 [1])
30. „	1 „	36·84	10·83	20·04
31. „	1 „	49·29	13·00	21·66

Es erhellt sonach, dass der Boden durch Austrocknen an Kohlensäure verarmt bis dahin, dass er derselben vollkommen entbehrt, wenn die Zufuhr des Gases abgeschnitten ist. Das Letztere kommt wohl in der Natur nicht vor, aber es ist immerhin beachtenswerth, dass unter Umständen auch reich gedüngte Böden ihren Bedarf an Kohlensäure nicht selbst produciren, sondern auf den Bezug von aussen angewiesen sind. Die Aermlichkeit dieser Bezugsquellen wurde aber bereits nachgewiesen, und so ergibt sich daraus eine bisher nicht gewürdigte Folge des Austrocknens der Erde: Verarmung an Kohlensäure. Man möge über die Bedeutung der freien Kohlensäure im Boden für die Vegetation welcher Meinung immer sein, sie möge von den Wurzeln direct aufgenommen werden oder andere Nährstoffe aufschliessen — über ihre Nothwendigkeit besteht kein Zweifel. Wenn sie nun periodisch in unzureichender Menge vorhanden ist, so muss die Ernährung der Pflanzen wesentlich alterirt werden. Die schädliche Wirkung kräftiger und anhaltender Insolation auf Keimlinge und flachwurzelige Pflanzen ist nicht allein die Folge übermässiger Erwärmung und Wasserentziehung, die Pflanzen verschmachten nicht nur, sie verhungern auch.

Auch absolute Trockenheit des Bodens kommt unter natürlichen Verhältnissen nicht vor; denn erstlich erwärmt sich der Boden niemals bis zur Siedhitze, und zweitens besitzt er in seinen tieferen Lagen eine nie versiegende Wasserquelle. Dennoch reicht die unter natürlichen Verhältnissen eintretende Verarmung des Bodens an Wasser hin, um die consecutive Verarmung an Kohlensäure zur Anschauung bringen zu können.

An einem sehr warmen Augusttage versenkte ich zur Mittagszeit ein kurzes Gabelrohr 3 Cm. tief an einer unbewachsenen Stelle einer Wiese, die allseitig den Sonnenstrahlen preisgegeben ist.

Die Temperatur der Luft im Schatten betrug 32·7°
„ „ „ Erdoberfläche „ 34·0°.
„ „ „ Erde in 10 Cm. Tiefe 21·5°

Ich aspirirte 0·5 Liter Luft und bestimmte ihren Kohlensäuregehalt mit 1·6 Vol. pr. m.

[1]) Die Werthe bestehen aus folgenden Summanden:

29. Juli	1 Liter	28·17	7·58	26·44
	1 „	20·80	5·96	19·50
	2 Liter	48·97	13·54	45·94

Ein neuer Beweis für den oben ausgesprochenen Satz, dass das Resultat getrübt wird, wenn hintereinander grössere Quantitäten Luft aspirirt werden. Die Reihe zeigt eine fortwährende Steigerung der Kohlensäure-Entwickelung, eine scheinbare Abnahme dann, wenn die Luft aufgesaugt wird bevor die Kohlensäure wieder ersetzt werden konnte. Um vergleichbare Werthe zu erhalten, ist es demnach erforderlich immer die gleichen Luftmengen und in gleichen Zeitintervallen zu untersuchen.

Am folgenden Tage hatte die Luft 31·1°, die Erdoberfläche 32·4° und die Erde in 10 Cm. Tiefe 23·0°.

Die Bodenluft enthielt 2·08 Vol. pr. m. Kohlensäure. Unmittelbar nach dieser Bestimmung bewässerte ich den Boden und aspirirte eine neue Luftprobe. Sie enthielt 3·7 Vol. pr. m. Kohlensäure, also nahe die doppelte Menge.

Kehren wir zur Erörterung der Tabelle zurück.

Der Bewässerung folgt die Entwickelung der Kohlensäure unmittelbar auf dem Fusse; aber erst am dritten Tage waren, ich möchte sagen, alle chemischen Schleussen eröffnet. Von da an zeigt sich eine mässige, aber continuirliche Steigerung in der Entwickelung der Kohlensäure. Uebereinstimmend mit einigen oben angeführten Versuchen findet man auch hier, dass aus Laub sich die grösste Menge Kohlensäure bildet. Nadeln produciren etwa ein Drittel, vegetabilische Düngererde etwa die Hälfte der Menge unter gleichen äusseren Einflüssen.

Diese beiden Versuchsreihen zeigen zwar, dass die Gegenwart von Wasser ein unbedingtes Erforderniss für die Bildung von Kohlensäure im Boden ist; aber sie geben keinen Aufschluss darüber, in welcher Beziehung die Quantität des Wassers zur Intensität der Kohlensäure-Entwickelung steht und doch bestehen zweifelsohne solche Relationen. Bei der ungeheuren Mannigfaltigkeit in der Zusammensetzung der Bodenarten und bei der Unmöglichkeit alle übrigen bei der Bildung der Kohlensäure concurrirenden Einflüsse auszuschliessen oder wenigstens gleich zu setzen, scheint mir die Schwierigkeit unüberwindlich, jene Beziehungen durch ein allgemein giltiges Gesetz auszudrücken. Die Wassermenge, welche einem Boden geboten sein muss, wenn in diesem die Kohlensäure-Entwickelung ihr Maximum erreichen soll, wird ebenso variabel sein, wie die Zusammensetzung der Bodenarten es ist, und man wird sich begnügen müssen, sagen zu können, ob sich die Entwickelung der Kohlensäure mit der Menge des zugeführten Wassers steigert, und wie sich der Boden in dieser Beziehung gegen einen Ueberschuss von Wasser verhält.

Gäbe es einen Boden, in welchem die chemischen Processe sich so gleichmässig abspielten, dass in der Zeiteinheit bestimmte Mengen von Kohlensäure entwickelt würden, so könnten jene Fragen mit Leichtigkeit beantwortet werden. Selbst unfruchtbare Böden entsprechen dieser Anforderung nicht, haben dagegen den Nachtheil, dass die in ihnen enthaltenen Kohlensäuremengen sehr gering, Fehlerquellen daher umso grösser sind. Frisch gedüngte Böden sind zwar ungeheuer reich an Kohlensäure, aber ihre Entwickelung steigert sich unter nicht controllirbaren Einflüssen. Am meisten für den Versuch geeignet erwies sich mir eine Düngererde, in welcher der Process der Verwesung schon durch mehrere Jahre andauerte. Ich überzeugte mich durch eine Reihe von Vorversuchen, dass in ihr die Entwickelung der Kohlensäure verhältnissmässig stetig stattfand. Wurde (im lufttrockenen Zustande) die in ihr enthaltene Luft in regelmässigen Zeiträumen von 24 zu 24 Stunden aspirirt, so enthielt sie 19—22 Vol. pro mille Kohlensäure, also ebensoviel etwa als die im vorigen Versuche verwendete Düngererde nachdem sie befeuchtet worden war.

Nach Beendigung des letzten Vorversuches, welcher 19·1 pr. m. Kohlensäure ergab, tränkte ich die Erde mit Wasser und wie vorhin wurde von 24 zu 24 Stunden je ein Liter Luft aspirirt.

Der Kohlensäuregehalt steigerte sich sofort auf 26·2, 40·7, 49·1 Vol. pr. m. Am vierten Tage war er wieder auf das Normale gesunken und betrug an sieben aufeinander folgenden Tagen 21·8, 20·1, 20·1, 19·6, 20·1, 20·4, 20·1 Vol. pr. m.

Zunächst ist die oben angedeutete Möglichkeit, dass durch überschüssiges Wasser die Bildung der Kohlensäure gestört werden könnte, ausgeschlossen. Trotzdem der Boden über sein Fassungsvermögen getränkt war, zeigte sich kein verminderter Kohlensäuregehalt der Bodenluft.

Stetig und rasch ansteigend erreichte der Kohlensäuregehalt das Maximum (nahe fünf Percent) und sank dann plötzlich und unvermittelt auf das Mass, welches der Bodenmischung eigenthümlich zu sein scheint, wie aus dem Umstande geschlossen werden darf, dass dasselbe im lufttrockenen Zustande und reichlich getränkt unverändert blieb. Um dieses Mass zu produciren, genügt offenbar eine geringe Feuchtigkeit des Bodens, und eine Erhöhung desselben wird durch reichliche Bewässerung für die Dauer nicht erzielt.

Die rapide Steigerung des Kohlensäuregehaltes der Bodenluft und der plötzliche Abfall desselben, wenn dem Boden grössere Wassermengen zuströmen, lässt eine zweifache Erklärungsweise zu.

Man kann sich vorstellen, dass die Kohlensäurehüllen den Erdpartikelchen so fest adhäriren, dass sie an die durchstreichende Luft nicht abgegeben, wohl aber verdrängt werden, wenn grössere Wassermassen zwischen die Moleküle eindringen und ihren Zusammenhang lösen. Nach dieser Erklärungsweise würde reichliche Wasserzufuhr auf die Bildung der Kohlensäure ohne Einfluss sein. Durch jene würde nur auf mechanischem Wege die bereits gebildete, aber durch Molekularkräfte festgehaltene Kohlensäure frei gemacht und der durchstreichenden Luft beigemischt werden.

Es wäre aber auch die Annahme möglich, dass gewisse Bodenbestandtheile nur bei reichlich verfügbarem Wasser aufgeschlossen werden. Jene Bestandtheile sind wohl je nach der Bodenart in wechselnder aber doch begrenzter Menge vorhanden und so wird nach dieser wie nach der vorigen Erklärungsweise der unvermittelte Rückgang des Kohlensäuregehaltes ad normam verständlich.

Halten wir die aus all diesen Versuchen über den Einfluss des Wassergehaltes des Bodens auf den Kohlensäuregehalt gewonnenen Erfahrungen zusammen, so ergeben sich folgende Thatsachen.

1. Im absolut trockenen Boden ist die Luft nicht reicher an Kohlensäure als in der Atmosphäre.

2. Schon durch die blosse Insolation kann dem Boden so viel Wasser entzogen werden, dass die Entwickelung der Kohlensäure in ihm gehemmt wird.

3. Anderseits genügt ein sehr geringer Wassergehalt des Bodens, bei dem dieser noch nicht feucht genannt wird, um in ihm dieselbe Kohlensäuremenge zu produciren, als wenn er mit Wasser gesättigt wäre.

4. Wenn ein vorher lufttrockener Boden reichlich bewässert wird, so stellt sich eine vorübergehende, aber beträchtliche Steigerung im Kohlensäuregehalte der Bodenluft ein.

Die Schwankungen im Kohlensäuregehalte der Bodenluft, soweit sie vom Wassergehalte des Bodens abhängen, sind demnach eine Folge der Wasserentziehung durch lebhafte Insolation, oder eine Folge atmosphärischer Niederschläge.

Die evaporirenden Wirkungen der Insolation sind mit den thermischen untrennbar verknüpft, werden daher später, wenn von dem Einflusse der Temperaturschwankungen auf den Kohlensäuregehalt der Bodenluft die Sprache sein wird, Erwähnung finden.

Hier mögen nur einige Bemerkungen über die Wirkung der atmosphärischen Niederschläge auf die Menge und die Vertheilung der Kohlensäure Platz finden.

Sehr nahe unter der Oberfläche bleibt der Boden unter allen Umständen feucht, und es wird die Kohlensäurebildung gleichmässig im Gange bleiben, da, wie wir gesehen haben, ein mässiges plus oder minus von Wasser sie unberührt lässt. Die atmosphärischen Niederschläge werden daher eine unmittelbare Wirkung nur auf die oberflächlichen Schichten ausüben und in dem Masse als das Wasser versickert, werden immer tiefere Schichten zur lebhafteren Entwicklung von Kohlensäure angeregt, bis endlich der Wasserzufluss zu gering ist, um eine Wirkung hervorzubringen.[1]) Wann dieser Punkt erreicht sein wird, hängt ebensowohl von der Menge der Niederschläge als von der Durchlässigkeit des Bodens ab. Der Einfluss der Niederschläge auf die Bildung der Kohlensäure ist gewiss bedeutend; aber er scheint mir übertroffen zu werden von dem Einflusse, den sie auf die Bewegung des Gases ausüben. Sie möchte ich für die vorzüglichste Ursache des bedeutenden Kohlensäuregehaltes der tieferen Schichten auch unfruchtbarer Bodenarten halten. Da wo sie auch unfähig sind die Bildung des Gases zu fördern, setzen sie es ab, nachdem sie sich während ihres Durchganges durch Schichten, die reich an demselben waren, geschwängert haben. Indem sie sich in Zeitläufen wiederholen, während welcher der Gasaustausch, durch eine mächtige Erdschichte gestört, nicht hat vollendet werden können, sind sie eine continuirliche Quelle der Kohlensäure für die Tiefen der Erde und wahrscheinlich ist ein grosser Theil der in diesen aufgespeicherten Kohlensäure nicht mineralischen Ursprunges, sondern das Product der Zersetzung jener Organismen, die sich aus ihr aufgebaut haben. Die atmosphärischen Niederschläge sind das Vehikel, durch welches die Kohlensäure nach unten geführt wird, der Transport des Gases in centrifugaler Richtung erfolgt mit dem aufsteigenden Wasserstrome, den die abdunstende Erdoberfläche unterhält.

So lange die Kohlensäure vom Wasser absorbirt ist, gehört sie nicht in das Gebiet unserer Betrachtungen, die sich nur auf die freie Kohlensäure der Bodenluft erstrecken; aber das Wasser dunstet ab, mit ihr Kohlensäure, und es frägt sich nur, ob beide Vorgänge mit der gleichen Intensität stattfinden, oder ob nicht etwa Kohlensäure frei geworden, im Boden zurückgehalten wird.

Das physikalische Gesetz über die Diffusion der Gase durch poröse Scheidewände lehrt, dass die Geschwindigkeiten mit welchen die Gase diffundiren sich umgekehrt verhalten wie die Quadratwurzeln aus ihren specifischen Gewichten. Das specifische Gewicht der Luft, mit welcher sowohl die Kohlensäure als der Wasserdampf diffundirt, gleich 1 gesetzt, ist das specifische Gewicht der Kohlensäure = 1·52021, das spec. Gew. des Wasserdampfes = 0·62207. Es wird also das Volumen des austretenden Wasserdampfes 1·43mal grösser sein als das der eintretenden Luft, während das Volumen der austretenden Kohlensäure nur 0·81mal grösser ist. Mit andern Worten, die Geschwindigkeit, mit welcher die Kohlensäure mit Luft diffundirt, ist nahezu um die Hälfte kleiner als die des Wasserdampfes. Wenn daher die Bodenfeuchtigkeit verdunstet, wird ein Theil der von ihr absorbirten Kohlensäure frei und bereichert die Bodenluft.

Es wird gelehrt, dass die Verwesung bei Temperaturen unter 0^0 sistirt wird und dass sie umso lebhafter fortschreitet, je höher die Erwärmung steigt.

[1]) Es ist auch zu erwägen, dass die Luft nur bis zu einer gewissen Tiefe in den Boden eindringen kann und mit zunehmender Tiefe nimmt jedenfalls die Wirkung der atm. Luft auf die Bestandtheile des Bodens ab. Mulder bemerkt schon, dass die Luft, welche den Boden bei trockenem Wetter erfüllt, durch den Regen in die Tiefe getrieben wird und hier ihre oxydirende Wirkung ausübt.

Wenngleich die Bildung von Kohlensäure eine unmittelbare Folge, ein Symptom des Verwesungsprocesses ist, so darf doch nicht ohneweiters auf den Parallelismus beider Vorgänge geschlossen werden.

Ich hielt es daher für geboten, experimentell zu prüfen, wie sich die Entwickelung der Kohlensäure in verschieden erwärmten Böden verhält. Beobachtungen im Freien können nicht zur nöthigen Klarheit führen, weil andere die Einsicht störende Factoren nicht eliminirt werden können, gewiss auch unerkannt bleiben.

Die mir durch zahlreiche Analysen bereits vertraute Composterde wurde wieder herangezogen und durch längere Zeit der Gang der Kohlensäure-Entwickelung in ihr beobachtet. Wenn von 24 zu 24 Stunden ein Liter Luft aspirirt wurde, enthielt dieser im Mittel 20 CC. Kohlensäure und die Schwankungen betrugen wenig mehr als 0·1 Percent. Die Temperatur im Laboratorium ist sehr constant. Die Differenz zwischen dem Minimum- und Maximum-Thermometer erreichte höchstens zwei Centigrade.

Die Erwärmung geschah durch Zuleitung erwärmter Luft in die Erde, die Abkühlung, indem das Gefäss mit der Erde in das Wasserbad und in Eismischungen gestellt wurde. Dabei wurde die Erzielung einer bestimmten Temperatur nicht angestrebt, sondern die jeweilig sich einstellende an dem in die Erde gesenkten Thermometer abgelesen.

T°	+ 19·4	19·1	Vol.	Kohlensäure	pro	mille
„	+ 25·2	24·7	„	„	„	„
„	+ 32·0	24·9	„	„	„	„
„	+ 31·4	32·9	„	„	„	„
„	+ 31·5	34·0	„	„	„	„
„	+ 16·0	20·3	„	„	„	„
„	+ 4·0	12·5	„	„	„	„
„	+ 18·5	17·9	„	„	„	„
„	+ 19·0	21·2	„	„	„	„
„	— 9—11	10·2	„	„	„	„
„	+ 20·7	20·1	„	„	„	„
„	+ 20·8	20·4	„	„	„	„
„	+ 60·0	43·2	„	„	„	„

Diese Ziffern zeigen unwiderleglich den Zusammenhang zwischen der Temperatur und der Energie der Kohlensäure-Entwickelung, und zwar ist mit der Steigerung jener eine Erhöhung dieser verbunden und umgekehrt.

Auffallend scheint nur, dass bei der durch eine Kältemischung hervorgebrachten Abkühlung der Erde auf — 9 bis — 11 Grad die Bodenluft noch immer beträchtliche Mengen von Kohlensäure aufnahm.

Es stimmt diess mit den Beobachtungen von Fodor überein, welcher auch die Luft in gefrorenem Boden reich an Kohlensäure fand. Der Einwand liegt nahe, dass diese nicht im gefrorenen Boden sich gebildet habe, sondern schon von früher her in ihm enthalten gewesen oder aus nicht gefrorenen Bezirken angesaugt worden sei.

Den Einwand rechtfertigen die Resultate folgenden Versuches. Ich setzte 600 Gramm Düngererde in eine Kältemischung von Eis und Kochsalz und bestimmte die Kohlensäuremenge, die sie an einen Liter durchstreichende Luft abgab, mit 50·4 Mgr.

Die Nacht über war das Eis aufgethaut, ich erneuerte die Kältemischung und sorgte dafür, dass die eingesetzte Erde durch 10 Stunden gefroren blieb.

Die während dieser Zeit durchgeleitete Luft wurde viermal auf ihren Gehalt an Kohlensäure geprüft.

Die erste Portion (ein Liter) aus der noch aufgethauten Erde ergab 44·4 Mgr., die folgenden 9·6, 5·4, 0·4 Mgr. Kohlensäure.

Es war noch viel Eis vorhanden und am Morgen des dritten Tages hatte die Erde noch die $T^0 = + 8^0$.

Ich setzte sie sofort in die Kältemischung und erhielt in dem ersten Liter Luft 15·2 Kohlensäure. Zwei folgende Luftproben, die ich in Intervallen von zwei Stunden aspirirte, enthielten 0·8 und 0·4 Mgr. Kohlensäure, also kaum mehr als die atmosphärische Luft.

Welches ist nun der Antheil, den die Temperaturdifferenzen des Bodens auf den Gehalt desselben an Kohlensäure nehmen?

Von den Wärmequellen der Erde kommt für uns die aus dem Inneren der Erde an die Oberfläche geleitete Wärme nicht in Betracht, da sie die Temperaturen jener Erdschichten, mit denen wir es zu thun haben, in kaum messbarer Weise beeinflusst. (Erst in der Tiefe von 31 Metern steigt die Temperatur des Bodens in Folge der Centralwärme um 1^0 C.)

Auch die durch chemische Vorgänge in der Erde frei werdende Wärme entzieht sich unserer Berücksichtigung aus den oben bereits angeführten Gründen, wenngleich sie mitunter in ausschlaggebender Weise wirksam sein mag. Nur die in der Erde fortgeleiteten Wärmestrahlen der Sonne können unserer Betrachtung zu Grunde gelegt werden. Durch sie wird die Oberfläche der Erde ungleich stärker erwärmt als die Luft. Die oberste Schichte der Erde kann eine Temperatur von 50 und mehr Graden erreichen, oder die Temperatur der Luft sinkt unter den Gefrierpunkt, während die Erdoberfläche sich unter dem Einflusse der Sonnenstrahlen um mehrere Grade über Null erwärmt. [1])

Die Leitung der Wärme in die tieferen Schichten der Erde erfolgt aber so langsam, dass in einer Tiefe von zwei Metern die Unterschiede in der mittleren Temperatur des einen

[1]) Einige thermometrische Daten über den Wiesengrund, in welchem viele der angeführten Versuche angestellt wurden, sind vielleicht nicht unwillkommen.

Alle Ablesungen fanden Mittags statt.

Datum	Temperatur					
	der Luft	des Bodens, Tiefe in Cm.				
		1	10	20	30	40
25. Aug.	26·8	31·0	23·0	20·0	19·5	19·0
27. „	25·2	24·0	21·5	19·5	19·0	19·0
28. „	35·4	38·0	23·5	20·0	19·0	19·0
29. „	32·7	34·0	21·5	19·5	19·3	19·2
30. „	31·1	32·4	23·0	21·5	20·0	19·5
31. „	30·4	34·0	24·0	21·0	20·0	19·6
1. Sept.	15·2	17·0	16·2	16·0	16·0	19·5
11. „	26·1	28·0	16·5	14·7	14·6	15 0
12. „	28·2	30·0	16·5	14·5	14·5	15·0

und des folgenden Monates unmerkbar werden, dass schon in 0·5 Meter Tiefe das Thermometer durch die Tagesschwankungen der Temperatur der oberflächlichen Schichten nicht beeinflusst wird.

Die Tiefe, in welcher der Boden eine von der Temperatur der Atmosphäre unabhängige, constante Temperatur besitzt, ist je nach dem Klima verschieden. Sie ist am geringsten da, wo die Maxima und Minima der Temperatur nur wenig von einander abstehen; also in den Tropen und in den Polarländern. In unseren Gegenden erhält die Erde etwa in einer Tiefe von 25 Metern die Temperatur constant. Von da nach aufwärts concurrirt an der Bodentemperatur noch ein zweiter Factor: die Lufttemperatur, und zwar um so mehr und um so rascher je mehr man sich der Erdoberfläche nähert.

Ich erinnere an diese bekannten Thatsachen, um zu zeigen, dass der Einfluss der Temperatur auf die Entwickelung der Kohlensäure und auf die Locomotion des Gases im Boden von verhältnissmässig untergeordneter Bedeutung ist.

Die im Boden innerhalb kurzer Zeiträume vorkommenden Temperaturschwankungen sind sehr stabil, besonders im Vergleiche mit den bedeutenden Differenzen der Lufttemperatur innerhalb 24 Stunden. Nur in den oberflächlichen Bodenschichten wird eine Beschleunigung, respective eine Verlangsamung in der Entwickelung der Kohlensäure durch thermische Einflüsse bemerkbar werden, wobei allerdings zu berücksichtigen ist, dass gerade in diesen die grösste Masse oxydirbarer Substanzen enthalten zu sein pflegt. Andererseits hat aber die Erwärmung des Bodens an der Oberfläche den Verlust an Feuchtigkeit im Gefolge, und wir haben gesehen, bis zu welchem Grade der Verarmung an Kohlensäure dieser Mangel führen kann, ein sicherer Beweis für die Prävalenz dieses Factors. Von dem Umstande, ob das verdampfte Wasser hinreichend rasch sich wieder ersetzt, wird es abhängen, ob die nachwirkende Erwärmung noch die Bildung der Kohlensäure wird begünstigen können. Geschieht diess nicht, und in jedem Falle bis zum Eintritt dieser Periode wird die Kohlensäure aus den tieferen Schichten nach oben strömen und die Intensität dieses Stromes wird weniger von der Differenz im Partialdrucke oder von den Temperaturdifferenzen im Boden als von den physikalischen Eigenschaften des Bodens abhängen, wie diess ja auch beim Gasaustausche zwischen Boden und Atmosphäre der Fall ist. Eine Strömung der Kohlensäure in entgegengesetzter Richtung (nach abwärts) kommt sicher auch vor, aber seltener und in geringerer Intensität.

Beobachtungen in Culturböden.

Die im vorigen Capitel entwickelten Anschauungen müssen durch die Befunde unter natürlichen Verhältnissen bestätigt werden, sollen sie Anspruch auf Beachtung erheben können. Um sie zu prüfen, habe ich die Daten benützt, die ich selbst an einigen Oertlichkeiten gesammelt und bei denen ich die Umstände, welche auf den Gehalt der Bodenluft an Kohlensäure massgebend sein mochten, registrirt habe.

Die erste Localität war eine Wiese, welche seit Jahren nicht gedüngt worden war. Sie besteht aus kalkreichem, eisenhaltigem Lehmboden, der in einer Tiefe von 1·5 Meter auf grobem Kalkschotter ruht, in dessen Zwischenräumen blauer Thon in geringer Mächtigkeit angetroffen wird. Im weiten Umkreise befinden sich keine bewohnten Räumlichkeiten.

In den Wiesengrund versenkte ich Bleiröhren in Tiefen von 2, 1·5, 1·0, 0·5 Meter, und nach einigen Wochen erst begann ich die Analysen der Luft, deren Ergebnisse in der folgenden Tabelle enthalten sind.

Datum	CO_2 in 1000 Vol.			
	2 M.	1·5 M.	1·0 M.	0·5 M.
24. Juni	11·5	12·7	12·7	14·6
25. „	12·4	10·6	9·8	8·5
28. „	8·9	14·3	14·3	10·6
29. „	18·9 (?)	13·9	14·5	14·5
30. „	11·9	13·4		
2. Juli		12·7		
4. „	9·9	9·9	11·9	13·4
5. „	10·4	11·3	9·1	
6. „	13·9	11·6	12·0	13·6
7. „	13·7	11·1	11·1	14·3
8. „	11·2	13·4	12·8	10·4
9. „	11·7	12·9		13·7
11. „	11·5	13·0	13·0	13·0
12. „	11·6	13·0	11·5	13·2
13. „	12·4	12·2	13·4	13·4
14. „	13·9	13·9	14·6	14·3

Lehrreicher sind die in der folgenden Tabelle niedergelegten Parallelversuche.

Auf derselben Wiese, 20 Meter von einander entfernt, liess ich zwei Thermometerpaare eingraben, die 1 und 2 Meter tief reichten. Den Thermometerkugeln correspondirten die Mündungen von Bleiröhren, die zugleich eingesetzt wurden, so dass die Luft aus bestimmter Tiefe bei bekannter Bodentemperatur aspirirt wurde. Den einen Versuchsort beliess ich in natürlichem Zustande, den anderen düngte ich oberflächlich mit einer 10 Cm. hohen Schichte alter Nadelstreu. Auch hier wurde mit dem Beginn der Versuche gewartet, bis mit Sicherheit anzunehmen war, dass die natürlichen Verhältnisse zurückgekehrt waren.

Datum	Luftdruck 0° red.	Temperatur Max.	Temperatur Min.	Wiesengrund	Tiefe in Metern	T°	CO_2 pro mille	Anmerkung
18. Juli	739·2	19·9	13·7	ungedüngt	1	*16·2*	*14·2*	nach mehrstündigem Regen
					2	*13·0*	*13·2*	
				gedüngt	1	21·4	10·5	
					2	15·4	12·49	
20. „	741·3	21·8	12·4	ungedüngt	1	*16·2*	*12·3*	
					2	*13·1*	*11·9*	
				gedüngt	1	18·4	9·0	
					2	14·0	11·1	
21. „	743·9	27·7	15·5	ungedüngt	1	*16·1*	*13·2*	nach vorausgegangenem Regen
					2	*13·1*	*12·7*	
				gedüngt	1	17·8	10·2	
					2	13·9	10·5	
23. „	743·5	27·5	13·3	ungedüngt	1	*16·0*	*10·3*	heiter
					2	*13·2*	*13·1*	
				gedüngt	1	17·3	14·3	
					2	13·7	12·4	
24. „	740·9	31·2	17·1	ungedüngt	1	*16·1*	*12·3*	
					2	*13·3*	*12·6*	
				gedüngt	1	17·3	17·2	
					2	13·7	12·9	
26. „	744·7	19·0	14·0	ungedüngt	1	*16·6*	*14·6*	nach heftigem Gewitter
					2	*13·3*	*14·9*	
				gedüngt	1	17·6	11·3	
					2	13·7		
27. „	743·0	22·7	14·9	ungedüngt	1	*16·7*	*14·1*	
					2	*13·3*	*13·3*	
				gedüngt	1	17·5	11·1	
					2	13·7	10·1	

Endlich machte ich noch einige Versuche im Walde. Es ist ein junger Buchenbestand auf sehr tiefgründigem Lehmboden, der der Humusdecke fast gänzlich entbehrt in Folge ausgiebiger Streunutzung. Die begonnenen Ablesungen der Bodentemperatur mussten aufgelassen werden — weil die Bodenthermometer geraubt wurden.

Datum	Luftdruck auf 0⁰ red.	Temperatur		Tiefe in Metern	CO_2 pro mille Vol.
		der Luft	des Bodens		
23. Juli	743·5	27·5	14·4 13·5	0·5 1·0	2·6 20·6
24. „	740·9	31·2	14·4 13·4	0·5 1·0	2·5 19·9
27. „	743·1	22·7	15·0 13·6	0·5 1·0	2·0 23·7
12. Septemb.	745·9	26·1		0·5 1·0	14·4 15·0
„		28·2		0·5 1·0	16·4 17·1
13. „	746·1	27·4		0·5 1·0	17·6 14·2

Schon die blosse Uebersicht der ersten Tabelle zeigt, dass der Kohlensäuregehalt der Bodenluft in den Tiefen von 0·5—2 Meter nicht wesentlich verschieden ist.

Noch auffallender wird dieses Factum, wenn man die Mittelwerthe berechnet; denn dann ergibt sich

für die Tiefe von 2 Meter 12·25 pr. m. CO_2
„ „ „ „ 1·5 „ 12·5 „
„ „ „ „ 1·0 „ 12·3 „
„ „ „ „ 0·5 „ 12·8 „

Man kann also angesichts dieser Beobachtungsreihe von einer gesetzmässigen Zunahme des Kohlensäuregehaltes der Bodenluft mit wachsender Tiefe nicht sprechen und die Beobachtungen, aus welchen diese Gesetzmässigkeit erschlossen wurde, erweisen sich als unvollständig. Die Luft des Waldbodens wurde zwar in tieferen Schichten ungleich reicher an Kohlensäure gefunden als in einer Tiefe von einem halben Meter. Dagegen zeigten wieder die Analysen der Bodenluft einer Wiese in ihrem gedüngten und im nicht gedüngten Theile Schwankungen nach jeder Richtung hin.

Angesichts dieser Thatsachen kann zwar die Regel festgehalten werden, dass der Kohlensäuregehalt in der Tiefe grösser ist; aber man darf nicht übersehen, dass die Regel nicht seltene Ausnahmen erfährt, welche in erster Linie wohl von den physikalischen Eigen-

schaften der Bodenschichten und von ihrem Gehalte an organischen Substanzen abhängen. Die Ausnahmen müssen umso auffälliger zu Tage treten, da wir nicht im Stande sind in jene Tiefen vorzudringen um zu erfahren, dass die Regel doch möglicherweise in ihr Recht eintritt.

In vielen Fällen werden wir nach dem bisherigen Stande unseres Wissens, gar nicht im Stande sein, die Ursache der Abweichungen von der Regel zu erkennen, geschweige, dass wir aus gegebenen Daten a priori auf den Kohlensäuregehalt in bestimmten Schichten werden schliessen können.

Den Grund der Erscheinung im vorliegenden Falle, suche ich in der Schichtung des Bodens. In dem groben Gerölle diffundiren die Gase mit solcher Leichtigkeit, dass eine periodisch in ihn gelangende grössere Kohlensäuremenge sich für die Dauer nicht behaupten kann. Im Grossen und Ganzen wird der Kohlensäuregehalt in ihm nur wenig von dem der umlagernden Schichten abweichen.

Die in derselben Tiefe vorkommenden Differenzen können nicht befremden, da innerhalb der Beobachtungszeit wiederholt Regengüsse vorkamen, nach denen constant ein grösserer Kohlensäuregehalt in 0·5 M. Tiefe gefunden wurde. Am folgenden Tage war ebenso regelmässig die Kohlensäure in den tiefen Lagen vermehrt, während sie in den oberen Schichten ihren Stand behauptete oder bereits gesunken war.

Ziemlich deutlich lassen sich auch in der zweiten Tabelle die Wirkungen der Regenfälle verfolgen. Nach denselben finden wir den Kohlensäuregehalt vermehrt, ihn aber bald wieder vermindert, weil bei den herrschenden hohen Temperaturen und der consecutiven raschen Wasserabgabe der oberen Schichten eine lebhafte Strömung der Kohlensäure nach oben veranlasst wurde.

Eine im hohen Grade auffallende Erscheinung ist es, dass im gedüngten Boden die Werthe für den Kohlensäuregehalt kleiner sind als im nicht gedüngten Grunde, wie aus der folgenden Zusammenstellung der Mittelwerthe erhellt.

		1 M.,	2 M. tief.
gedüngt	:	11·9	11·6
ungedüngt	:	13·0	13·1

Dass durch die Zufuhr organischer Substanz die Bildung von Kohlensäure gesteigert werden müsse, ist so einleuchtend und durch die Versuche wurde dieses Agens als so einflussreich nachgewiesen, dass man sich nach einer Erklärung dieses widersprechenden Befundes umsehen muss. Ich weiss keine andere zu geben, als dass die in der oberflächlich gelagerten Düngerschichte sich reichlich entwickelnde Kohlensäure an die Atmosphäre abgegeben wird, und dass es längere Zeit und wiederholter, ausgiebiger Niederschläge bedarf, damit die Kohlensäure in die Tiefe geführt werde. Dafür scheint zu sprechen, dass am 23. und 24. Juli nach vorausgegangenen Regengüssen sich eine namhafte Steigerung des Kohlensäuregehaltes in 1 M. Tiefe einstellt, nachdem schon vorher ebenso wie im ungedüngten Boden eine mässige Steigerung zu beobachten war. Dass diese Steigerung in der Tiefe von 2 M. in geringerem Masse zum Ausdrucke kommt und dass sie nicht anhält, muss ich consequenterweise der hier befindlichen Geröllschichte zuschreiben. Leider ist die Wirkung des Gewitters am 26. nach 6 heissen Tagen nicht mehr ersichtlich. Als ich den Versuch unterbrach, hatte ich für die gesammelten Daten noch keine Deutung.

Sehen wir nun nach dem Einfluss, den die Düngung auf die Temperatur des Bodens nimmt. In dem ungedüngten Boden schwankt die Temperatur in 1 Meter Tiefe von 16·0° bis 16·7°, in 2 M. Tiefe von 13·0° bis 13·3°.

In Folge der Düngung stieg die Temperatur in 1 M. Tiefe bis 21·4° und in 2 M. Tiefe auf 15·4°, fiel dann allmälig ab, behauptete aber immer noch einen höheren Stand mit 17·3° bis 17·6° in 1 M. und mit 13·7° in 2 M. Tiefe. Die Differenzen sind also höchst unbedeutend, sie erreichen in keinem Falle 1 Grad. Zur selben Zeit kamen sehr bedeutende Schwankungen in der Lufttemperatur vor, mit dem Minimum 12·4° und dem Maximum 31·2°.

Eine Beziehung zwischen dem Kohlensäuregehalte der Bodenluft und der Temperatur der Luft oder jener des Bodens, ist durchaus nicht erkennbar.

Wenn bei gleich hoher Bodentemperatur der Kohlensäuregehalt sinkt und steigt, wenn bei dem niedrigsten Stande der Temperatur im gedüngten Boden der Werth für den Kohlensäuregehalt die höchste Ziffer erreicht und dann wieder fällt, wenn bei der höchsten Lufttemperatur der Kohlensäuregehalt im ungedüngten Boden um ein weniges kleiner ist als bei der niedrigsten Lufttemperatur u. dgl. m.; dann darf wohl der Schluss gezogen werden, dass der Kohlensäuregehalt der Bodenluft schon in einer Tiefe von 1 M. durch die Temperaturdifferenzen innerhalb kurzer Zeiträume kaum beeinflusst wird. Die Bodentemperaturen sind da schon sehr constant und die Lufttemperaturen wirken in ihren Extremen zu kurze Zeit, als dass sie mehr als die Oberfläche in Mitleidenschaft ziehen könnten.

Das Gefälle der Holzriesen

und Untersuchungen über die gleitende Reibung auf denselben.

Von

Karl Petraschek,[1])

Forst-, Bau- und Betriebs-Ingenieur der Innerberger Hauptgewerkschaft.

(Mit Tafel XVII und XVIII.)

Die Riese zählte früher noch mehr zu den verbreitetsten Bringungsanstalten wie heute. Es gab nicht selten solche von stundenlanger Erstreckung. Dies hatte seinen Grund darin, dass einstens mehr Holz im Walde verfaulte, als sich lohnend absetzen liess; wog ja der Werth des gewonnenen Materiales die Arbeitskosten kaum auf. Es war also belanglos, wenn das Liefergebäude und die Lieferweise viel Holz beanspruchte, genug dass eine Arbeitsersparung damit erzielt wurde. Dieser Anforderung entspricht kaum etwas besser als die Riese, indem sowohl ihr Bau als ihre Benützung nur wenig Arbeitskraft benöthigt, überdies auf ihr grosse Holzmengen in kurzer Zeit abgebracht werden können.

Heute treffen wir die Riese in den Gebirgsforsten immerhin noch häufig, aber bei weitem nicht mehr ausschliesslich herrschend. Das Holz ist weniger und damit kostbarer geworden, deshalb eine sorgsamere Gebahrung geboten. Der Bedarf überwiegt den Vorrath, ein Verhältniss das im langsamen aber stetigen Steigen begriffen. Eben so stetig klimmt auch der Holzpreis in die Höhe und hat das stockende Holz nicht nur überhaupt, sondern sogar bedeutenden Werth. Je mehr demnach heutzutage eine Lieferweise Holz verbraucht, desto unökonomischer erscheint sie. In dieser Hinsicht ist die Riese arg im Nachtheile, was nothwendigerweise zu ihrem Aufgeben und der Einführung holzgenügsamerer Bringungsmittel führte. Verursachen auch letztere mehr Arbeitsaufwand, so ist dieser doch gegenüber dem Gewinne an erspartem Holze überraschend gering. Sehr ungünstig fiel auch in die Wagschale, dass die Riese die Abbringung des schwächeren und unförmlichen Holzes nicht zulässt und dadurch die Ertragsamkeit der Gebirgswälder am meisten beeinträchtigt. Endlich verführt die Riese leicht zur Hast in der Ausnutzung der Wälder, welche die Bodenkraft mindert und die Nachzucht ungemein erschwert. Da die Riese nur wenige, höchstens sieben Jahre ausdauert, so suchte man ihre Anlage möglichst auszunutzen, und

[1]) Herr Petraschek wurde im Sinne des §. 5 unseres Statutes für die Vornahme einzelner Versuche und Untersuchungen gewonnen. v. Seckendorff.

schlägerte grosse Flächen in ununterbrochener Jahresfolge. Es wäre aber zu weit gegangen, das einzig und allein der Riese zuzuschieben. Jede Bringungsanstalt rentirt um so besser, je mehr auf derselben geliefert wird; und so bestimmt gar oft die Gier nach augenblicklichem Vortheil auch bei einer Weganlage, gesunder Wirthschaft entgegen zu handeln.

Mag es nach dem Vorausgegangenen vielleicht ungerechtfertigt scheinen, über die Riese noch viel Worte zu verlieren; wird es nicht als verspätet dünken, Untersuchungen zum Zwecke ihrer rationellen Anlage zu machen? Mit nichten!

Das schöne Bild von der kaum zu befriedigenden Holznachfrage und dem grossen Holzwerthe lächelt noch lange nicht überall. So sieht es in den Hochbergen theilweise recht traurig aus. Dort wo Märkte und Städte sich ausbreiten, grosse Industrien bestehen, deren Lebensnerv Holz und Holzkohle ist, wo der Bergbau blüht, oder gute Wasserstrassen den Absatz in holzarme Gegenden vermitteln, dort wird sich wohl eine Lieferweise lohnen, die zwar grössere Anlagekosten erheischt, jedoch dauerhaft ist, eine sorgfältige Benutzung und Bewirthschaftung der Forste ermöglicht. Selbst da wird der Kreis nicht weit gezogen werden können. Mit der Erhebung und Entfernung von diesen Mittelpunkten, sinkt aber nicht nur der Geldwerth des Holzes auffallend, sondern wachsen auch die Schwierigkeiten der Bringung unglaublich und zwingen wieder zu der alle Terrainhindernisse leicht bewältigenden Riese. Wenn also schon in der Nähe grosser Verbrauchsorte sich auch der Riese bedient werden muss, ist sie noch viel weniger in abgelegenen Gebirgsgegenden mit dünner Bevölkerung, und mangelnder Fuhrkraft entbehrlich und ersetzbar. In solchen Lagen und Gegenden wird die Riese noch lange, vielleicht immer das einfachste und billigste Bringungsmittel bleiben. Der rationelle Wirth muss mit Rücksicht auf die pflegliche Behandlung der Wälder stets nur den rechnenden Griffel entscheiden lassen!

In Anbetracht alles dessen wird es heute noch am Platze sein, für die so wichtige Gefällsbestimmung der Riese eine strengere Unterlage zu suchen als die gemeine Erfahrung und der nivellirende Scharfblick eines Holzmeisters gibt; umsomehr, als diese schätzenswerthen Eigenschaften nur Wenige besitzen, was letzteres denn auch der Grund ist, weshalb man bei näherer Prüfung viel mehr fehlerhafte als gut angelegte Riesen findet.

Eine Riese mit zu geringem Gefälle verlangsamt das Abriesen, erschwert die rechtzeitige Abstellung des Holzes an die schliesslichen Verbrauchsorte, kann sie sogar verhindern, wodurch für den Waldbesitzer arge Verlegenheiten und selbst bedeutende Verluste erwachsen. Ist hingegen die Riese zu stark geneigt, so zersplittert sich viel Holz, was wiederum den Ertrag mindert.

Rieswerke schlecht in letzterer Beziehung sind häufiger zu finden; sie entspringen viel weniger mangelnder Tüchtigkeit als viel mehr dem Eigennutze. Denn da die Ablieferung des Holzes gewöhnlich um einen festen Klafterpreis verdingt wird, so ist für die Arbeiter jeder Zeitgewinn auch Geldgewinn. Dies verleitet sie, die Riese nach der kürzesten Falllinie zu bauen, damit sich das Holz leicht und schnell zu Thal fördern lasse. Um den Holzverlust sind sie nicht bekümmert, weil die Lohnsberechnung nach der Klafterzahl im Schlage erfolgt und erfolgen muss.

Wohl soll in einem geordneten Forsthaushalte die Art und Weise der vorzunehmenden Holzbringung, sowie die Anlage der erforderlichen Bringungswerke nicht der Willkür der Arbeiter überlassen, sondern von dem Forstbeamten genau bestimmt werden; allein zu letzterem gehören praktische und wissenschaftliche Kenntnisse, die leider jedesmal, als die Riese in Frage kommt, nicht immer angetroffen werden, indem die Erwerbung genügender Erfahrung Jahre dauernde Betheiligung und Beobachtung verlangt, und die Wissenschaft bisher nicht herangezogen werden konnte, weil sie in dieser Richtung noch nicht genug ausgebildet ist.

Zunächst gebührt Professor Breymann das Verdienst im XIX. Bande der österreichischen Monatschrift für Forstwesen die wissenschaftliche Bestimmung der zweckentsprechenden Neigung der Riesen angeregt zu haben. Die Anwendung der dort aufgestellten Reibungscoefficienten muss jedoch als gewagt bezeichnet werden, weil sie, worauf nicht aufmerksam gemacht wurde, den Versuchen Morin's entnommen sind, die unter Umständen, welche ganz andere sind, als jene so beim Holzriesen auftreten, ermittelt wurden.

Auf giltige Reibungscoefficienten kommt aber das Meiste an. Man berücksichtige, dass der Reibungswiderstand gewissermassen durch die Grösse des Neigungswinkels der Riese bedingt wird, so zwar, dass die dem Holze ertheilte Bewegung eine beschleunigte oder verzögerte wird, je nachdem der Neigungswinkel gross oder klein ist. Es lässt sich daher auch ein Neigungswinkel denken, bei welchem die ertheilte Bewegung gleichförmig bleibt. Man heisst diesen Winkel den Reibungswinkel der Bewegung, seine trigonometrische Tangente den Reibungscoefficienten der Bewegung.

Um also die Fortsetzung der Bewegung des Holzes gleichförmig zu erhalten, müssen wir der Riese eine Neigung gleich dem Reibungswinkel geben.

Die wechselnde Bodenneigung zwingt jedoch diese vortheilhafteste Fallrichtung mehr oder weniger aufzugeben und die Riese ebenfalls mit wechselndem Gefälle anzulegen.

Kann ein stärkeres Fallen nicht umgangen werden, so fragt es sich, auf welche Länge das möglich ist, ohne dass sich die Geschwindigkeit des Holzes schädlich steigere. Beginnt das Holz erst die Bewegung, so ist die statthafte Länge

$$s = \frac{v^2}{2\,g\,(sin\;\alpha - f\;cos\;\alpha)}\,,$$

bringt es aber schon eine gewisse Geschwindigkeit c mit, dann ist

$$s = \frac{v^2 - c^2}{2\,g\,(sin\;\alpha - f\;cos\;\alpha)}$$

und bedeutet in beiden Gleichungen v die Endgeschwindigkeit, g die Acceleration (Beschleunigung) der Schwere = 9·81 Meter, α den Neigungswinkel der Riese und f den Reibungscoefficienten.

Die Geschwindigkeit, bei der ein guter Gang der Riesung und der geringste Holzverlust gesichert erscheint, wurde von mir vielfach beobachtet und beträgt für

Scheite und Dreilinge[1]	9—12
Klötze[2]) und Stämme	3— 5

Meter in der Secunde.

Um nach vorausgegangener starker Neigung das heftigere Gleiten des Holzes zu vermindern, bekommt die Riese eine horizontale und selbst ansteigende Lage. Verlangt man dass das Holz in die darauf folgende Fallrichtung noch mit einer gewissen Geschwindigkeit V eintrete, so berechnet sich die zu gebende horizontale Länge aus:

$$s = \frac{c^2 - V^2}{2\,g\,f}$$

und die schiefe Länge aus:

$$s = \frac{c^2 - V^2}{2\,g\,f\;cos\;\alpha_1}$$

wenn c die Anfangsgeschwindigkeit und α_1 den Steigungswinkel bezeichnet.

[1]) Dreiling: Rundholz von 2 Meter Länge.

[2]) Klotz (Bloch): Rundholz von 3—8 Meter Länge.

Diese Ausdrücke gelten auch für das Ende der Riese, wo das Holz nur mehr eine ganz geringe Geschwindigkeit haben soll, gerade so viel, um noch Auslaufen zu können.

Manchmal zwingen jedoch die Terrainverhältnisse, dem Endfache der Riese eine solche Stellung zu geben, dass das Holz noch mehr oder weniger weit geworfen wird. Aus der gegebenen Wurfweite w und der berechneten Geschwindigkeit c, mit welcher das Holz beim Wurffache (der Nase) ankommt, findet man den Elevationswinkel des Wurffaches aus:

$$\sin 2\,\varepsilon = \frac{g\,w}{c^2} = \frac{9{\cdot}81\,w}{c^2}.$$

Der Luftwiderstand wurde im letzteren Falle unberücksichtigt gelassen, weil er wegen der geringen Wurfgeschwindigkeit gegenüber der bedeutenden Dichtheit des Holzes sehr klein ist, und in den früheren Fällen ist er in den Reibungscoefficienten mit enthalten, was die Ermittlung derselben bedingt.

Wollte man schliesslich die Endgeschwindigkeit kennen lernen, mit der das Holz eine durchaus gleichgeneigte Riese von s Meter Länge durcheilt, so dient hierfür die Formel:

$$v = \sqrt{2\,g\,s\,(\sin\alpha - f\cos\alpha)} = 4{\cdot}429\sqrt{s\,(\sin\alpha - f\cos\alpha)}.$$

Die Ermittlung der für alle diese Berechnungen nothwendigen Coefficienten der gleitenden Reibung, erfolgte von mir derart, dass beobachtet wurde, in welcher Zeit t das Holz mit der Anfangsgeschwindigkeit 0 über eine unter dem Winkel α geneigte Riesenstrecke von s Meter Länge herabgleitet, nachdem bekanntlich

$$f = tg\,\alpha - \frac{2s}{g\,t^2\cos\alpha}$$

ist.

Die diesbezüglichen Versuche führten zu den folgenden Ergebnissen:

Trockenriese.

Stämme

Der nachstehende Reibungscoefficient wiederholte sich .	1	1	18	2	6	2	4	20	6	mal
Reibungscoefficient:	0·48	0·44	0·43	0·40	0·38	0·37	0·36	0·35	0·34	

Klötze

Der nachstehende Reibungscoefficient wiederholte sich .	1	15	4	25	4	10	1	mal
Reibungscoefficient:	0·43	0·40	0·39	0·38	0·37	0·36	0·34	

Dreilinge

Der nachstehende Reibungscoefficient wiederholte sich .	1	1	11	22	3	5	2	14	1	mal
Reibungscoefficient:	0·45	0·43	0·42	0·40	0·37	0·36	0·35	0·32	0·31	

Harte Scheiter

Der nachstehende Reibungscoefficient wiederholte sich .	1	5	3	12	4	3	7	4	1	mal
Reibungscoefficient:	0·45	0·42	0·41	0·40	0·39	0·38	0·37	0·36	0·31	

Weiche Scheiter

Der nachstehende Reibungscoefficient wiederholte sich .	6	4	2	17	3	3	1	4	mal
Reibungscoefficient:	0·51	0·48	0·45	0·44	0·41	0·40	0·37	0·36	

Nassriese.

Stämme

Der nachstehende Reibungscoefficient wiederholte sich	1	2	10	24	3	5	1	1	2	2	10	mal
Reibungscoefficient:	0·25	0·19	0·17	0·15	0·14	0·12	0·11	0·09	0·08	0·07	0·06	

Klötze

Der nachstehende Reibungscoefficient wiederholte sich	1	1	12	3	18	6	3	2	3	11	mal
Reibungscoefficient:	0·31	0·23	0·21	0·19	0·18	0·17	0·16	0·10	0·09	0·07	

Dreilinge

Der nachstehende Reibungscoefficient wiederholte sich	16	29	4	1	1	3	6	19	1	mal
Reibungscoefficient:	0·22	0·21	0·19	0·18	0·17	0·16	0·13	0·11	0·10	

Harte Scheiter

Der nachstehende Reibungscoefficient wiederholte sich	2	13	4	2	1	23	4	7	21	2	1	mal
Reibungscoefficient:	0·31	0·30	0·29	0·28	0·26	0·25	0·24	0·23	0·22	0·20	0·17	

Weiche Scheiter

Der nachstehende Reibungscoefficient wiederholte sich	1	1	7	3	15	12	1	mal
Reibungscoefficient:	0·36	0·35	0·34	0·33	0·31	0·30	0·28	

Schneeriese.

Stämme

Der nachstehende Reibungscoefficient wiederholte sich	1	1	9	3	17	2	1	6	mal
Reibungscoefficient:	0·22	0·18	0·15	0·14	0·12	0·11	0·10	0·09	

Klötze

Der nachstehende Reibungscoefficient wiederholte sich	1	1	4	22	2	1	1	7	1	mal
Reibungscoefficient:	0·21	0·18	0·17	0·14	0·13	0·12	0·09	0·08	0·07	

Dreilinge

Der nachstehende Reibungscoefficient wiederholte sich	1	8	3	14	4	6	11	2	1	mal
Reibungscoefficient:	0·23	0·19	0·17	0·15	0·14	0·13	0·12	0·09	0·06	

Harte Scheiter

Der nachstehende Reibungscoefficient wiederholte sich	1	1	4	9	1	1	2	1	mal
Reibungscoefficient:	0·24	0·18	0·17	0·15	0·13	0·12	0·11	0·08	

Weiche Scheiter

Der nachstehende Reibungscoefficient wiederholte sich	3	8	1	3	4	1	mal
Reibungscoefficient:	0·24	0·22	0·20	0·19	0·16	0·13	

Eisriese.

Stämme

Der nachstehende Reibungscoefficient wiederholte sich	12	28	15	21	4	mal
Reibungscoefficient:	0·05	0·04	0·03	0·02	0·01	

Klötze

Der nachstehende Reibungscoefficient wiederholte sich .	18	26	11	20	3	2 mal
Reibungscoefficient:	0·10	0·08	0·05	0·04	0·02	0·01

Dreilinge

Der nachstehende Reibungscoefficient wiederholte sich .	3	14	31	26	5	1 mal
Reibungscoefficient:	0·14	0·12	0·10	0·09	0·06	0·02

Harte Scheiter

Der nachstehende Reibungscoefficient wiederholte sich .	5	4	16	1	8	2	1	2 mal
Reibungscoefficient:	0·14	0·13	0·12	0·11	0·10	0·06	0·04	0·03

Weiche Scheiter

Der nachstehende Reibungscoefficient wiederholte sich .	14	22	17	22	1	3	3 mal
Reibungscoefficient:	0·19	0·16	0·15	0·14	0·13	0·12	0·09

Lassen wir die Extreme, welche zufälligen, nicht direct wahrnehmbaren Ursachen entsprungen sein dürften, unberücksichtigt, so erhalten wir eine Uebersicht der in der Praxis vorzüglich brauchbaren Reibungscoefficienten der gleitenden Bewegung beim Holzriesen.

	Zahl der Beobachtungen	Reibungscoefficienten der Bewegung		Reibungswinkel der Bewegung	
		Grenzen	Mittel	Grenzen	Mittel
Trockenriese.					
Stämme	60	0·34 — 0·43	0·35	18° 47′ — 23° 16′	19° 18′
Klötze	60	0·36 — 0·40	0·38	19° 47′ — 21° 48′	20° 48′
Dreilinge	60	0·32 — 0·42	0·40	17° 44′ — 22° 46′	21° 48′
Harte Scheiter . .	40	0·37 — 0·42	0·40	20° 18′ — 22° 46′	21° 48′
Weiche Scheiter . .	40	0·36 — 0·51	0·44	19° 47′ — 27° 1′	23° 45′
Nassriese.					
Stämme	60	0·06 — 0·17	0·15	3° 26′ — 9° 38′	8° 32′
Klötze	60	0·07 — 0·21	0·18	4° 0′ — 11° 51′	10° 13′
Dreilinge	80	0·11 — 0·22	0·21	6° 16′ — 12° 24′	11° 52′
Harte Scheiter . .	80	0·22 — 0·30	0·25	12° 24′ — 16° 42′	14° 3′
Weiche Scheiter . .	40	0·30 — 0·34	0·31	16° 42′ — 18° 47′	17° 14′
Schneeriese.					
Stämme	40	0·09 — 0·15	0·12	5° 8′ — 8° 32′	6° 51′
Klötze	40	0·08 — 0·17	0·14	4° 35′ — 9° 38′	7° 59′
Dreilinge	50	0·12 — 0·19	0·15	6° 51′ — 10° 45′	8° 32′
Harte Scheiter . .	20	0·11 — 0·17	0·15	6° 16′ — 9° 38′	8° 32′
Weiche Scheiter . .	20	0·16 — 0·24	0·22	9° 5′ — 13° 30′	12° 25′
Eisriese.					
Stämme	80	0·02 — 0·05	0·04	1° 9′ — 2° 52′	2° 17′
Klötze	80	0·04 — 0·10	0·08	2° 17′ — 5° 43′	4° 35′
Dreilinge	80	0·09 — 0·12	0·10	5° 8′ — 6° 51′	5° 43′
Harte Scheiter . .	40	0·10 — 0·14	0·12	5° 43′ — 7° 59′	6° 51′
Weiche Scheiter . .	80	0·15 — 0·19	0·16	8° 32′ — 10° 45′	9° 6′

Diese praktischen Versuche zeigen, dass bei gleicher Neigung und gleicher Beschaffenheit der Riesen der nach obiger Formel bestimmte Reibungscoefficient mit der Grösse der erlangten Endgeschwindigkeit variirt. Darauf werde ich mir erlauben, gelegentlich später vorzunehmender Versuche (die hauptsächlich vom wissenschaftlichen Standpunkte interessiren, da sie die Unrichtigkeit eines vielfach angenommenen Gesetzes bestätigen) zurück zu kommen.

Vorläufig möchte ich nur derartige Versuche auch bei den Wegriesen empfehlen. Leider steht mir dieses vortreffliche Bringungsmittel auf meiner jetzigen Station nicht zur Verfügung.

Mit Hilfe der in den Tafeln XVII und XVIII niedergelegten Abaci [1]) kann man durch blosses Ablesen alle Berechnungen der früher aufgestellten Formeln, mit einer genügenden

[1]) Wenn die Geschwindigkeiten für die bezüglichen Holzgattungen an bestimmte Grenzen gebunden sind, so frägt es sich, wie lang soll eine Riese gemacht werden, damit bei einer bekannten Terrainneigung die Maximalgrenze der Geschwindigkeit nicht überschritten wird, und wir fanden Seite 123, dass diese Weglänge

$$s = \frac{v^2 - c^2}{2g\ (\sin\alpha - f\cos\alpha)}$$

ist. Hierin soll nun wo möglich v für Scheiter und Dreilinge nicht über 12 Meter, und für Klötze und Stämme nicht über 5 Meter wachsen. Es wird daher in obiger Gleichheit v eine constante Grösse sein und soll auch als eine solche in weiterer Betrachtung vorausgesetzt werden. Abnormen Fällen, in denen die Geschwindigkeit weit über diese Grenze steigt, kann auch leicht Rechnung getragen werden, sobald man für den ersteren Fall einen Abacus construirt hat, wie er im Weiteren besprochen werden soll.

Setzt man für $tg\,\alpha = \sigma$, so steht die Gleichheit

$$s = (v^2 - c^2)\ \frac{\sqrt{1+\sigma^2}}{2g\ (\sigma - f)}$$

hieraus ist

$$c^2 = v^2 - \frac{2g\,(\sigma - f)}{\sqrt{1+\sigma^2}} \cdot s$$

und wenn man $c^2 = C$, $v^2 = V$, ferner $2g\ \frac{\sigma - f}{\sqrt{1+\sigma^2}} = \Sigma$ setzt, wobei also Σ ein Function der Neigung σ ist,

so folgt weiter $C = -\Sigma s + V$

und man entnimmt, dass für ein bestimmtes σ, also constantes Σ, C eine lineare Function von s ist. Denkt man sich nun Fig. 1, Tafel XVII s als Abscissen, C als Ordinaten auf ein rechtwinkeliges Coordinatensystem bezogen, so kann man für jedes bestimmte σ eine bestimmte Gerade $A\ C$ verzeichnen, welche für dieses σ den Zusammenhang zwischen s und $C = c^2$ darstellt. Untersuchen wir die letzte Gleichung weiter, so finden wir, dass sämmtliche Gerade durch einen Punkt C der Ordinatenachse gehen, welcher den Abstand $V = v^2$ vom Ursprung hat, um daher sämmtliche Gerade zu verzeichnen, erübrigt es uns noch ihren Abschnitt auf der Abscissenachse zu kennen, nennt man diese Strecke s_0, so folgt:

$$s_0 = \frac{V}{\Sigma} = \frac{v^2}{2g}\ \frac{\sqrt{1+\sigma^2}}{(\sigma - f)}$$

Nach dieser Gleichheit rechne man sich nun für einen bestimmten Fall die Grössen s_0 und zeichne dann den Strahlenbüschel ein. Hiebei ist zu achten, dass man manche Factoren wie $\frac{v^2}{2g}$, $\sqrt{1+\sigma^2}$ ein- für allemal für verschiedene Riesengattungen rechnen kann und bei einer systematisch angelegten Rechnung in der kürzesten Zeit die Werthe von s_0 erhält.

Denkt man sich nun auf der Ordinatenachse die Quadrate der Geschwindigkeiten aufgetragen, an jeder Stelle aber die Geschwindigkeit selbst hingeschrieben, so hat man das Ganze was zum Gebrauch der construirten Tafeln nöthig ist, geboten. Man wird in einem bestimmten Falle mit dem Argumente der Geschwindigkeit in die Ordinatenachse gehen, ist die Zahl selbst nicht dort, so kann sie leicht interpolirt werden, vom erhaltenen Punkt geht man horizontal in diejenige Gerade, welche der bekannten Steigung σ zukommt, und vom so erhaltenen Punkt in der Ordinate senkrecht herunter auf die Abscissenachse, wo man direct s in Metern ablesen kann.

Da für $\sigma = f$, $s_0 = \infty$ folgt, erhält man, wie es auch sein muss, für jedes c eine unendliche Riesenlänge, andererseits kann für $\sigma = f$ auf der ganzen Riese die Maximalgeschwindigkeit v beibehalten werden.

In den Fällen wo das c Argument so gross ist, dass sich die Linien des Strahlenbüschels schon undeutlich trennen, kann man mit einem aliquoten Theil der Geschwindigkeit in die Tabelle gehen, und hat dann bei dem n-ten Theil von

Annäherung verrichten, und dürften sie nicht wenig dazu beitragen die Anlage der Riesen nach wissenschaftlichen Grundsätzen zu fördern.

c die erhaltene Weglänge s' mit $\frac{v^2 - c^2}{\frac{v^2 - c^2}{n^2}}$ zu multipliciren, so dass der fragliche Weg $s = s' \cdot \frac{v^2 - c^2}{\frac{v^2 - c^2}{n^2}}$ ist.

Da nun in der Praxis auch Fälle vorkommen, wo die von uns als zweckmässig erkannten Maximalgeschwindigkeiten weitaus überschritten werden müssen, so frägt es sich, wie kann man mit Hilfe der gegebenen Tabellen solchen abnormen Fällen gerecht werden? Aus dem Werthe von s_0 entnimmt man, dass derselbe ebenso wie der Abschnitt auf der Ordinatenachse mit dem Quadrate der Maximalgeschwindigkeit wächst, es würden daher für ein und dieselbe Riese bei verschiedener Maximalgeschwindigkeit zwei verschiedene Leitstrahlenbüschel resultiren, deren entsprechende Strahlen (für dasselbe σ) parallel sind. Denkt man sich nun, was in den meisten Fällen zulässig sein wird, die neue in Rede stehende Maximalgeschwindigkeit als eine Vielfache von der bei der Tabelle vorausgesetzten, so dass Fig. 1

$$UD = n^2 v^2 = n^2 V = n^2 UC$$

und denkt man sich ferner noch die vorgelegte Geschwindigkeit w als das n-fache einer idealen Geschwindigkeit c, welcher aus der Tabelle die Riesenlänge $s = EF$ zukäme, so folgt für die fragliche Riesenlänge

$$S = GH = n^2 s = n^2 EF,$$

d. h. in allen jenen abnormen Fällen grosser Maximalgeschwindigkeit, stelle man diese als ein n-faches der Maximalgeschwindigkeit der vorhandenen Tabellen dar, gehe in diese mit dem n-ten Theil der gegebenen Geschwindigkeit w als Argument, so gibt die n^2-fache resultirende Riesenlänge, die der gegebenen Geschwindigkeit für die gegebene Maximalgeschwindigkeit zukommende Länge der Riese. Natürlich wird man, wie schon vorher angezogen wurde, die abnorme Maximalgeschwindigkeit so wählen oder modificiren, dass n eine für die Rechnung bequeme Zahl wird.

Es sei hier noch hingewiesen, dass für den Fall, als das Holz mit der Geschwindigkeit $c = 0$ *in das Riesenfach tritt, die einzelnen Strahlen des Büschels auf der Abscissenachse, direct die Riesenlängen abschneiden.*

Um eine graphische Bestimmung des Elevationswinkels ε zu ermöglichen sei der in der Tabelle XVIII eingeschlagene Weg hier angeführt.

Setzt man $\sin 2\varepsilon = y = \frac{g}{c^2} \cdot w \; \ldots \; (a,$ welche Gleichung für ein constantes c zwischen y und w linear ist, worin ferner y stets gleich oder kleiner als die Einheit sein muss, d. h.

$$\frac{g}{c^2} \cdot w \leqq 1 \text{ oder } c^2 \geqq g\,w$$

Ist $w = 0$ so ist $y = 0$, weil ja dann auch kein Ausschleudern stattfindet. Ist $w = 1$ M. so ist

$$c \geqq \sqrt{9 \cdot 81} = 3 \cdot 1$$

d. h. die Geschwindigkeit, mit welcher das Holz ankommt, muss um ein Auswerfen zu ermöglichen grösser als 3 Meter sein, darum wurde die kleinste Geschwindigkeit mit 3·5 vorausgesetzt. Die für verschiedene Werthe von c durch Gleichung a gegebenen Linien gehen alle durch den Ursprung des Coordinatensystems und werden am leichtesten dadurch eingezeichnet, dass man sich für den Werth $y = 1$ die der Geschwindigkeit c entsprechende Maximalwurfweite

$$w = \frac{c^2}{g}$$

rechnet und aufträgt.

Geht man mit dem Argumente w in die Tafel, so gibt die Ordinate der Linie der bekannten Geschwindigkeit c die Grösse des $\sin 2\varepsilon$, den man dann auf der Ordinatenachse ablesen kann. Da es sich jedoch zweckmässig erweisen dürfte, statt dem $\sin 2\varepsilon$ die $tg\,\varepsilon$ zu kennen, so betrachte man weiter die Gleichheit

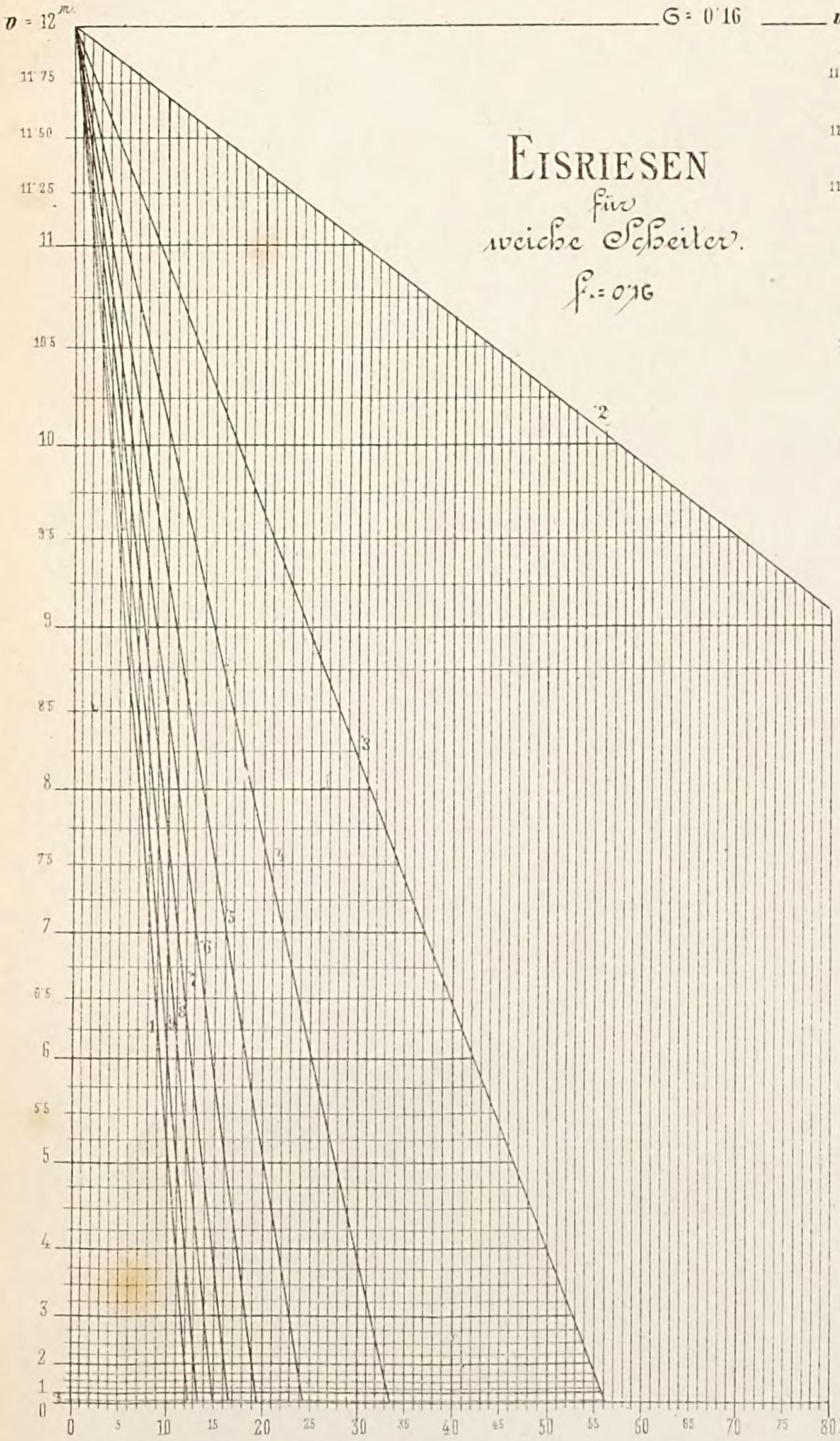
$$tg\,\varepsilon = \frac{\sin 2\varepsilon}{1 + \cos 2\varepsilon}$$

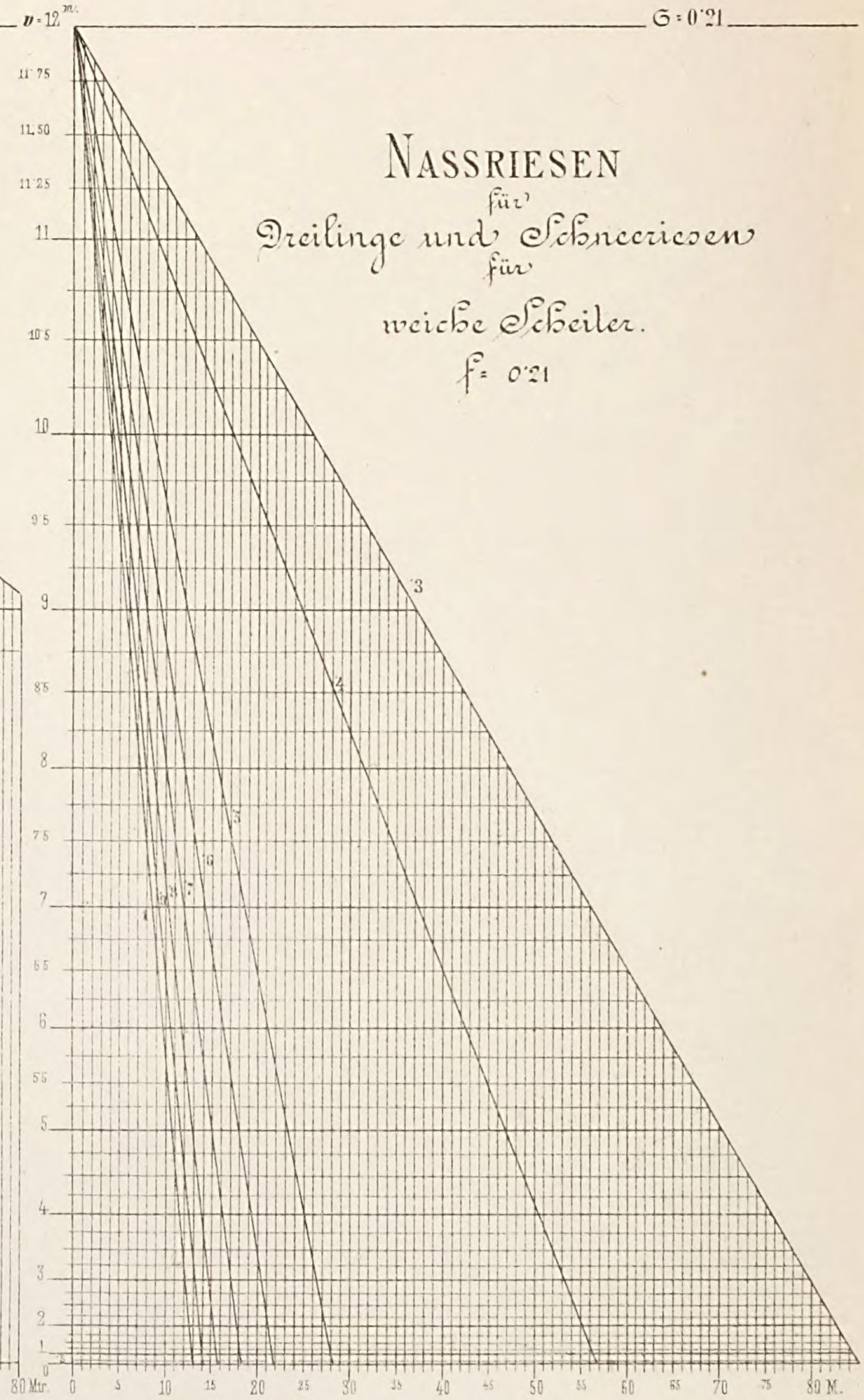
Construirt man nun Fig. 2 Tafel XVII, mit dem Radius = 1 einen Halbkreis und nimmt einen bestimmten Fall ins Auge, wo $w = UE$ ist, so folgt $\sin 2\varepsilon = AE = BC$, verbindet man ferner B mit D, so ist $UF = tg\,\varepsilon$.

In jedem speciellen Falle ist diese Construction in der Tabelle leicht vorzunehmen, man braucht hiezu nur ein Lineal entsprechend anzulegen, ohne die die Figur störenden Linien zu zeichnen.

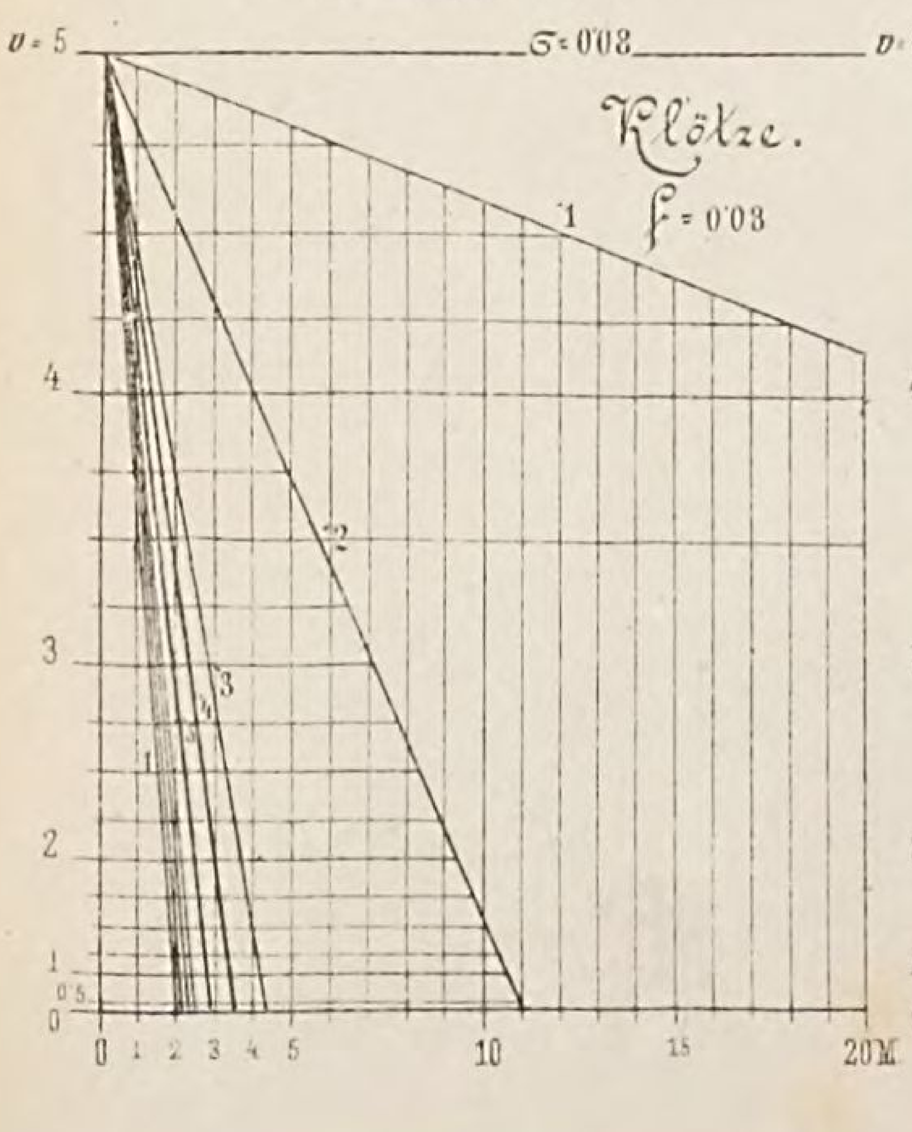
Exempel: Für eine Eisriese und Scheitertransport sei $c = 5$ M., $\sigma = 0 \cdot 8$, man entnimmt hiefür aus der Tabelle für „Eisriesen und Scheiter" für das Argument $c = 5$ die Riesenlänge $s = 11 \cdot 2$ M., durch Rechnung folgt $s = 11 \cdot 186$.

Exempel: Für die Wurfweite $w = 7$ M., die Geschwindigkeit $c = 10$ M., folgt für $\sin 2\varepsilon$ aus der Tabelle 0·685, durch Rechnung $\sin 2\varepsilon = 0 \cdot 6867$, für $tg\,\varepsilon$ gibt die Tabelle 0·397, die Rechnung 0·398. Die Genauigkeit der Tabellenweite ist trotzdem sich das feuchte Papier nach dem Drucke zusammenzieht, jedenfalls genügend gross.

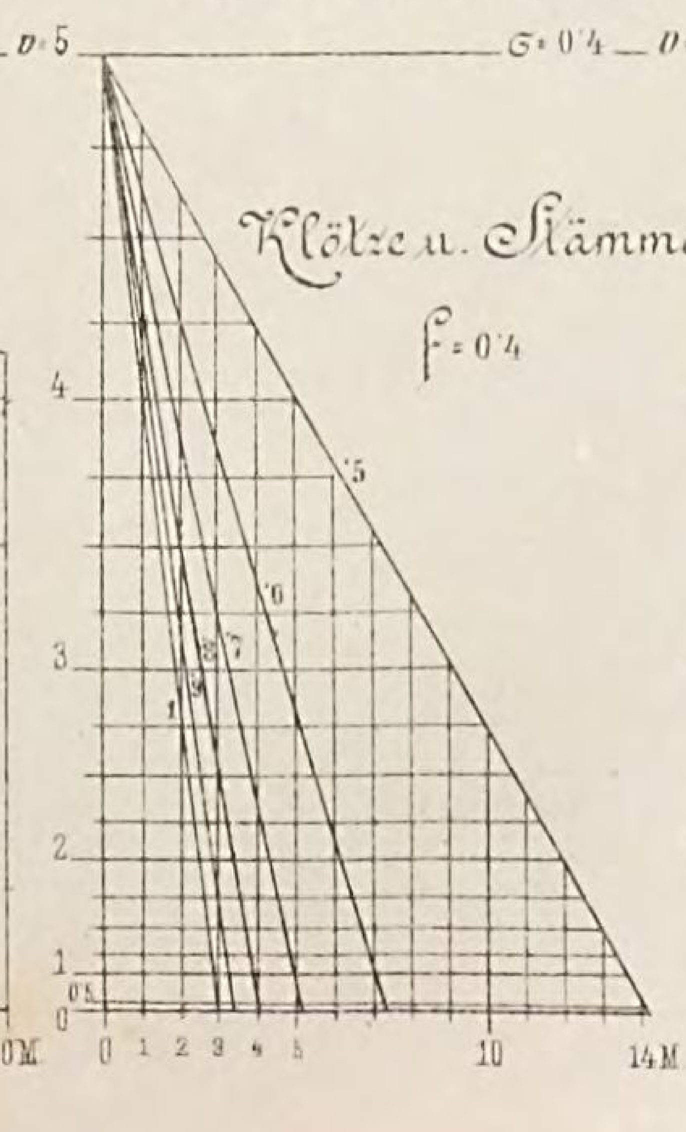




EISRIESEN



TROCKENRIESEN



NASSRIESEN

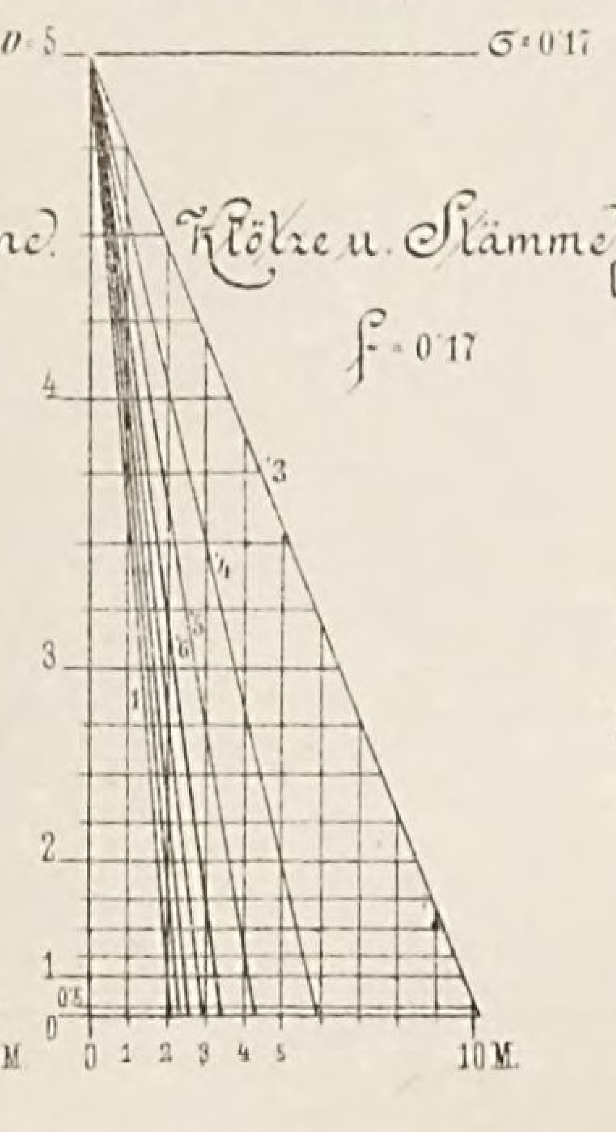
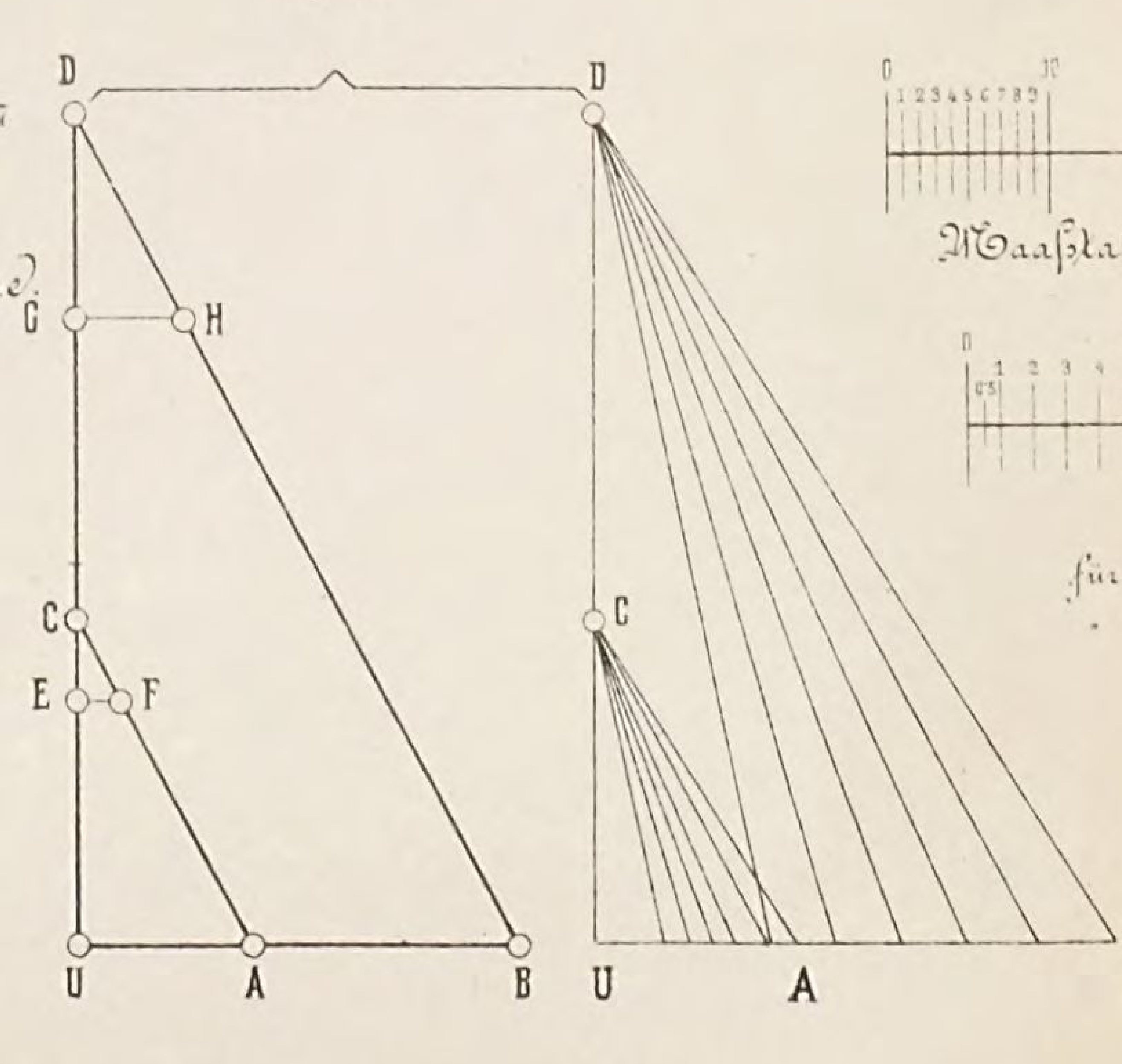


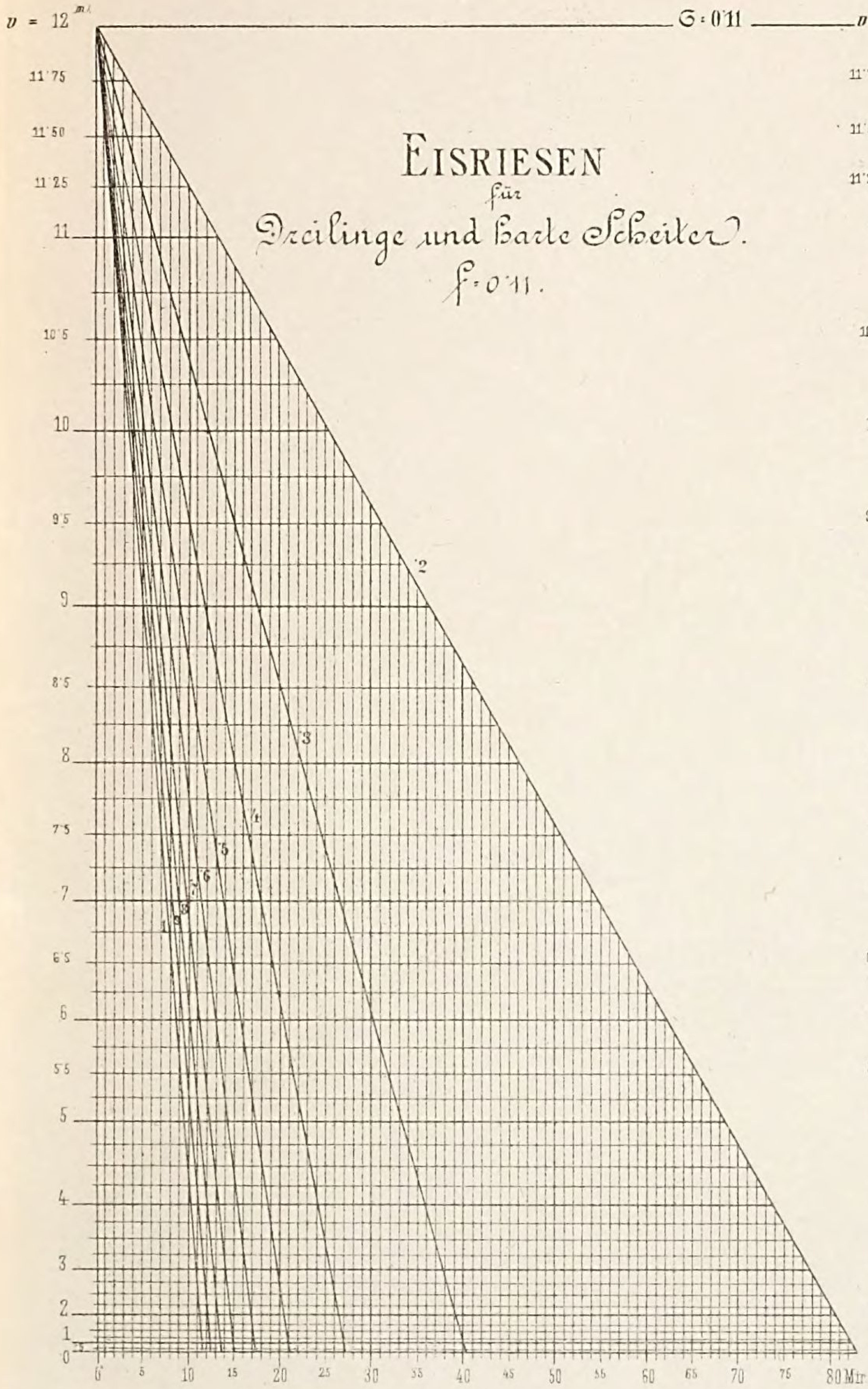
Fig. I.

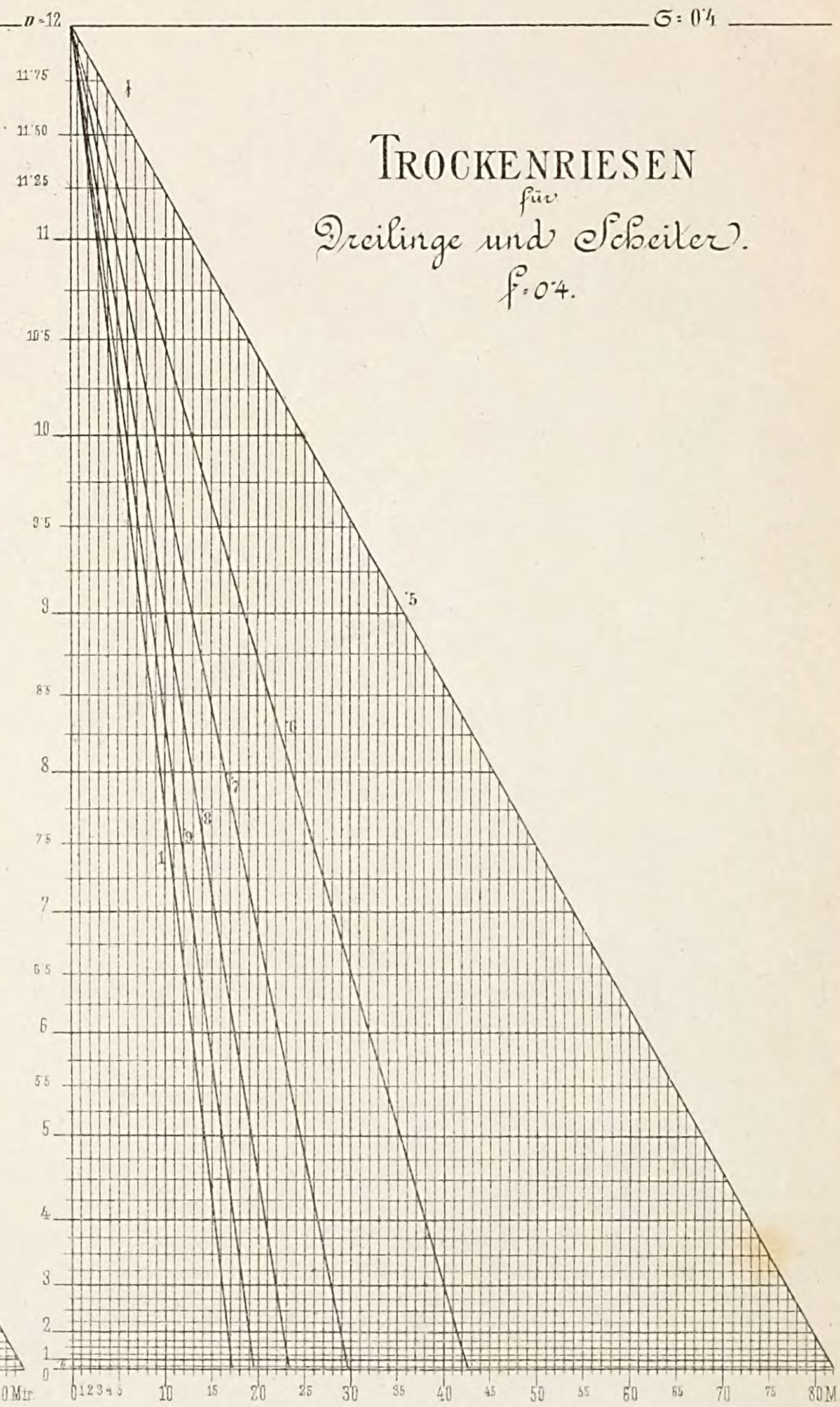


Maaßstab der Rie…

Maaßstab der A…

für v = 12 ist …
„ v = 5 „ …
gew…





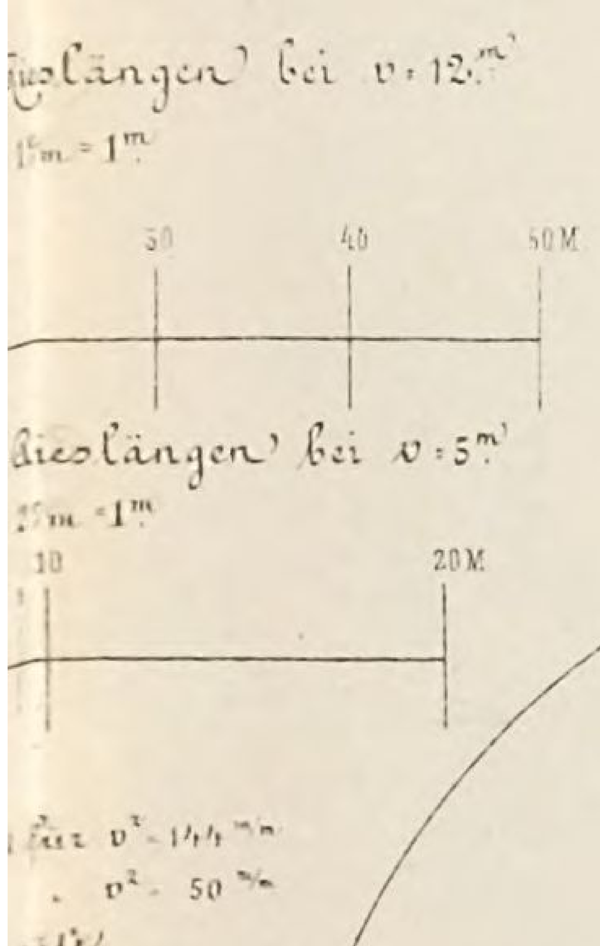
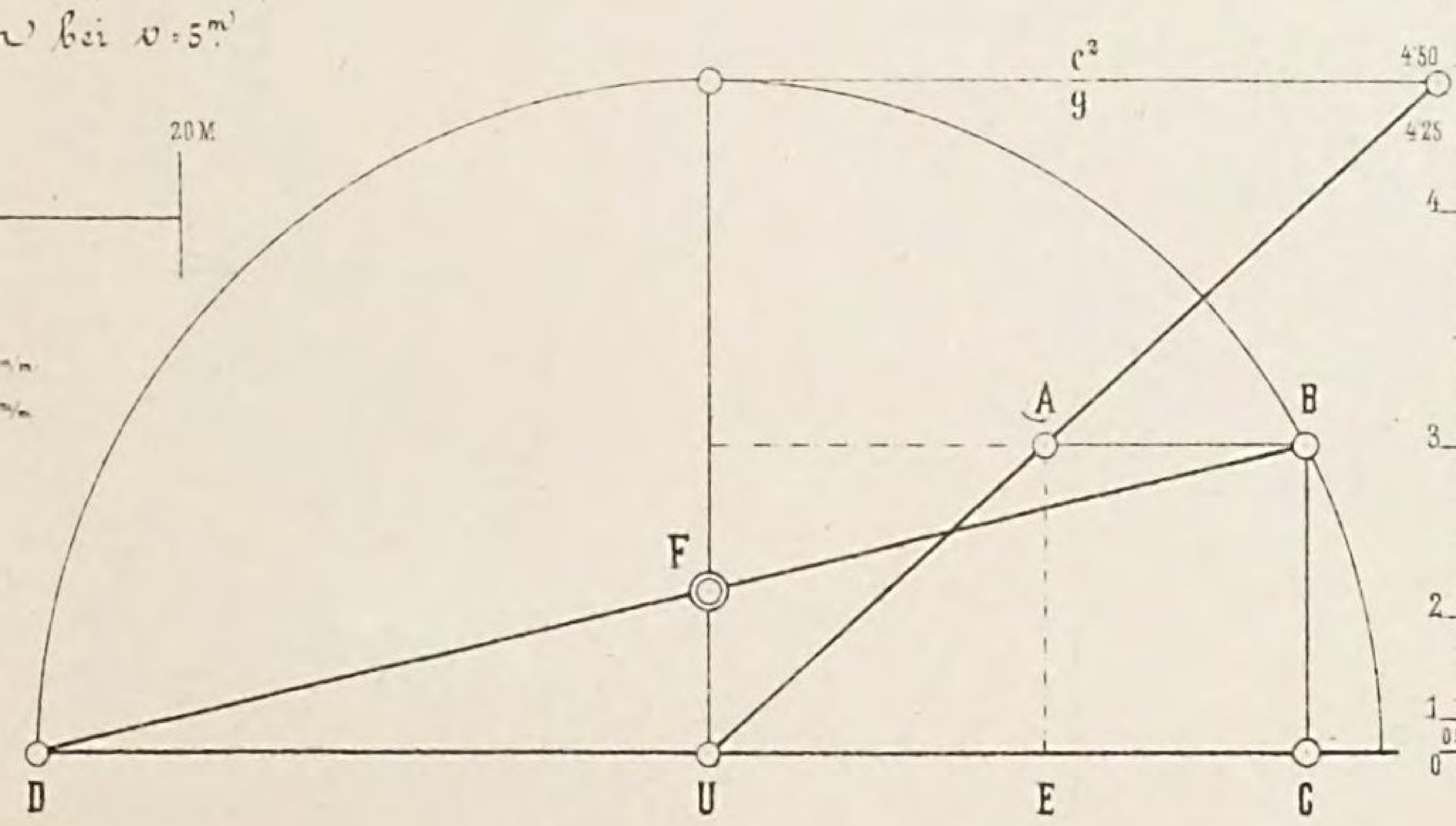
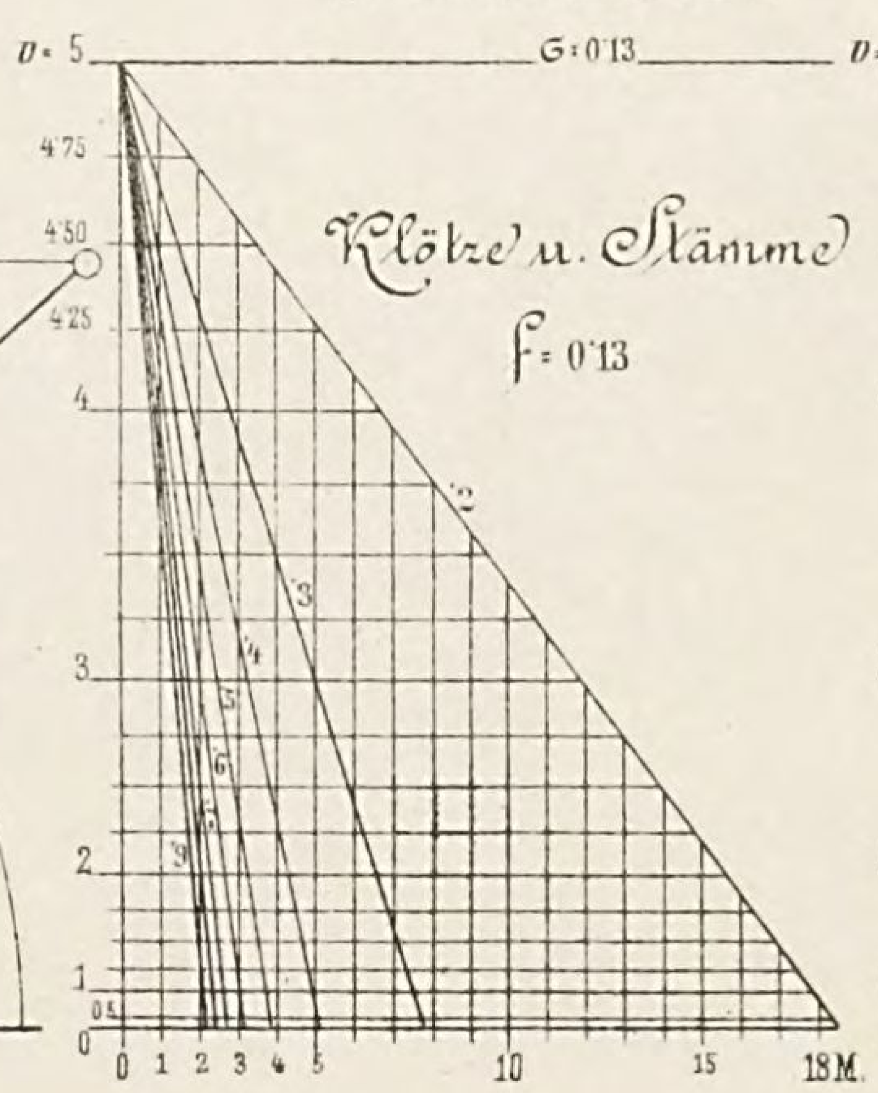


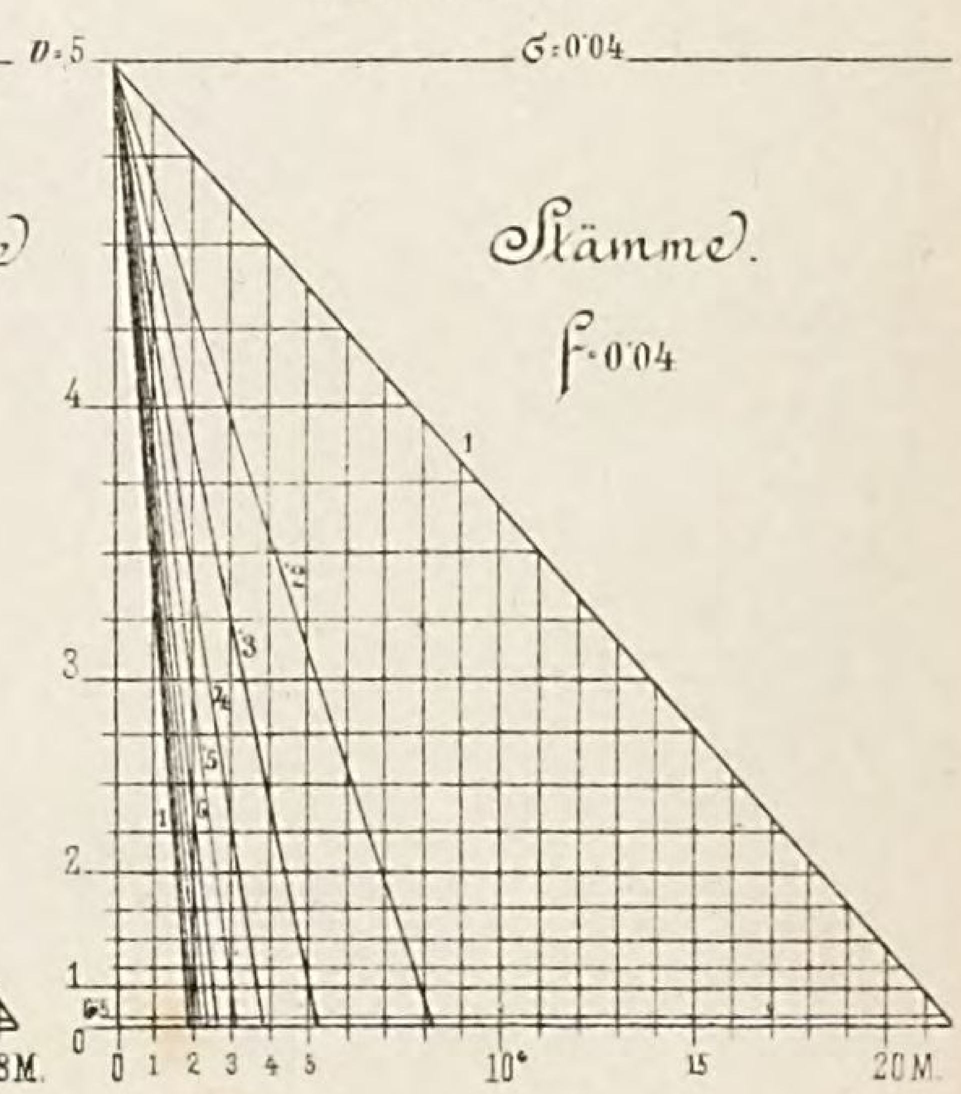
Fig: II.


SCHNEERIESEN

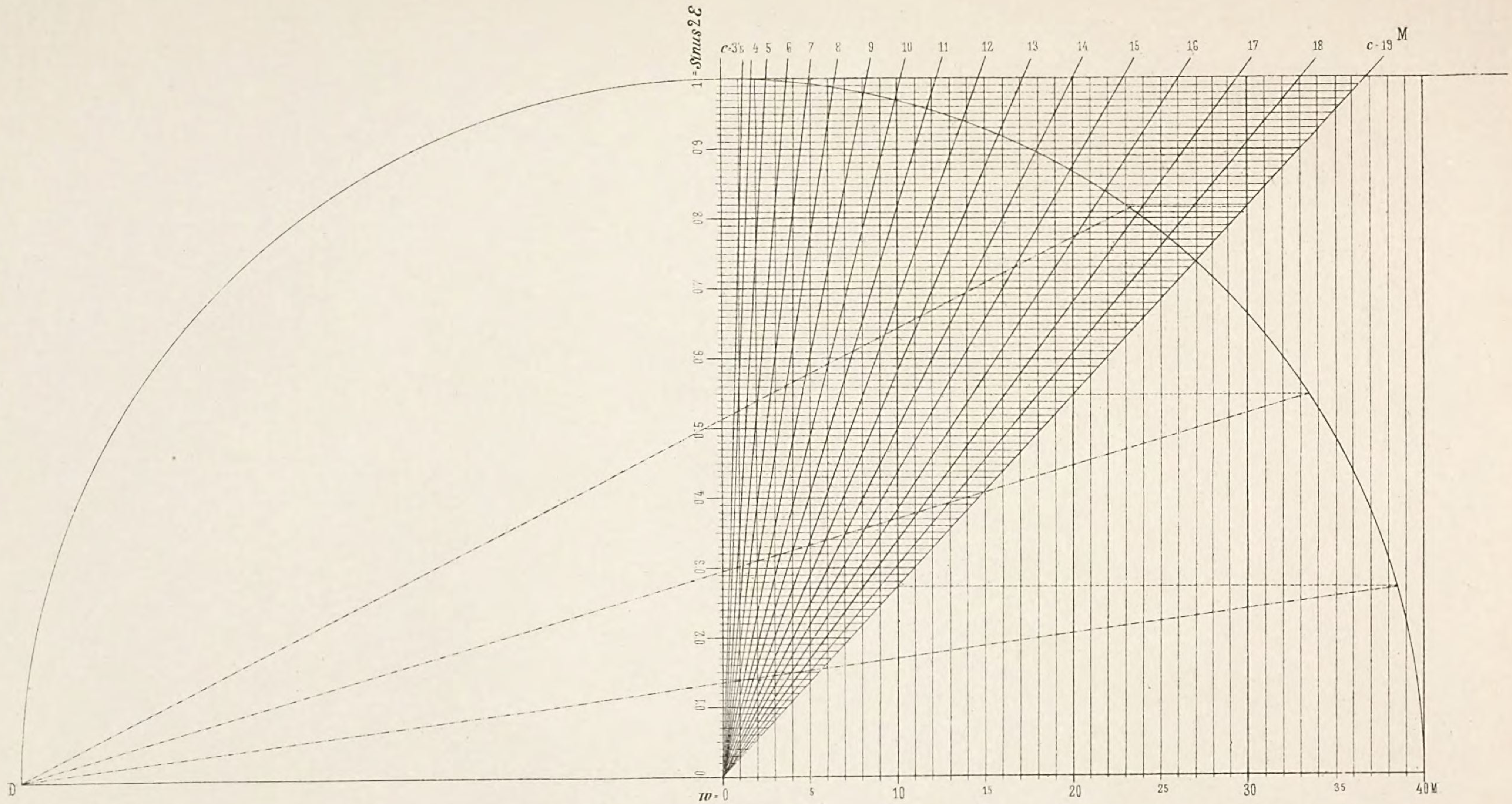


EISRIESEN




SCHNEERIESEN
für
Dreilinge und harte Scheiter
f = 0·15
σ = 0·15
NASSRIESEN
für
harte Scheiter.
f = 0·26
σ = 0·26
Maaßstab für die Rieslängen
v = 12m
50 M.
55 M.
10 M.

Abacus zur Bestimmung der Elevationswinkel.



Photolitographie von C. Haack in Wien.

Druck v. Eduard Sieger, Wien.

Ueber die Riese constanter Fallgeschwindigkeit.

Von

Ingenieur **Friedr. Steiner**,[1])

Docent am Wiener Polytechnikum, sowie an der Hochschule für Bodencultur.

Die von K. Petraschek gemachten Mittheilungen über das Gefälle der Riesen als Grundlage benützend, möge es gestattet sein, hieran einige Bemerkungen über denselben Stoff zu schliessen.

Während im Interesse rascher Bringung die Aufrechthaltung einer möglichst grossen Geschwindigkeit liegt, fordert die Rücksicht auf thunlichste Schonung des Holzes, dass eine gewisse Grenze derselben nicht überschritten werde.

Es erscheint mithin als rationellste Linie für die Anlage einer Riese jene, auf welcher sich das Holz mit der gestatteten Maximalgeschwindigkeit gleichförmig bewegt.

Ist die Trace eine Gerade, so wird diess erreicht, wenn man der Riese ein Gefälle gibt, das dem Reibungscoefficienten für die Bewegung der abzuriesenden Holzform entspricht.

Die Terrainverhältnisse erlauben in den seltensten Fällen die praktische Durchführung einer solchen Linie und zwingen entweder, abweichend von dem oben ausgesprochenen Principe, Riesen mit wechselndem Gefälle anzulegen oder Bogen einzuschalten.

In der Curve aber bieten sich der Bewegung des Holzes neue Widerstände. Besitzt die Riese in ihr dasselbe Gefälle wie in der Geraden, so wird sich die Geschwindigkeit verringern, diese verminderte Geschwindigkeit wird in die folgende Strecke hinüber genommen, Betriebsstockungen werden wahrscheinlicher, die Bringungsdauer verkürzt sich.

Durch Vermehrung des Gefälles der Riese in der gekrümmten Strecke besitzt man ein Mittel diesem Uebelstande vorzubeugen, und es soll Aufgabe dieser Zeilen sein zu untersuchen, um wie viel das Gefälle einer Riese im Bogen von gegebenem Radius vergrössert werden muss, damit für eine bestimmte Holzform, Riesgattung und Bringungsgeschwindigkeit letztere selbst constant bleibe.

Die Frage findet ihr Analogon in der Ermittlung der Linie constanten Widerstandes für die Bergfahrt bei Eisenbahnen, welche in neuester Zeit mehrfach mit Erfolg zur Anwendung gekommen und in jenen Regeln des Wegebaues, die eine Verminderung der Steigung in gekrümmten Strecken einer Strasse als rationell bezeichnen, obwohl speciell auf diesem Gebiete ausreichende Versuche fehlen, die eine vollständige Lösung des Problems gestatten.

[1]) Herr Steiner wurde im Sinne des §. 5 unseres Statutes für die Vornahme einzelner Versuche und Untersuchungen gewonnen.

Auch auf dem Felde der Rieswerke ist dies leider der Fall, da unseres Wissens diessbezügliche Versuche nicht vorliegen, es ist daher auch hier eine endgiltige Erledigung der Aufgabe nicht möglich und soll dieselbe nur so weit zur Sprache kommen, als sie der theoretischen Behandlung zugänglich ist.

Zuvor aber möge noch der Zweifel in Betracht gezogen werden, ob eine derartige Untersuchung nicht überhaupt zwecklos sei, ob man nicht auch hier es dem praktischen Gefühle des erfahrenen Holzmeisters überlassen solle, das richtige zu treffen; der ja die Curven in den seltensten Fällen als Kreisbogen ausstecken, sondern lediglich nach dem Augenmasse vorgehen wird.

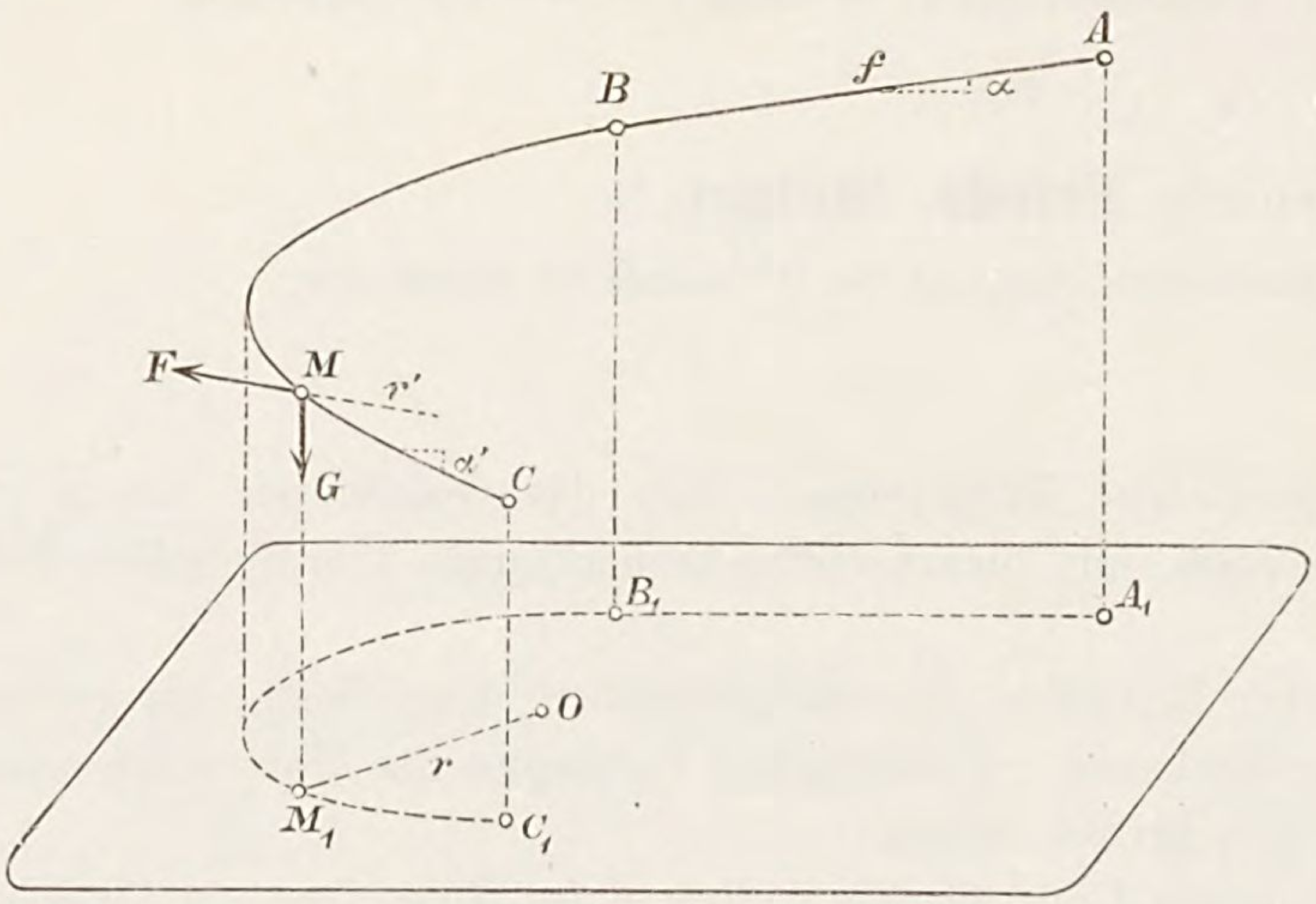


Fig. 1.

Dieselben Gründe, welche eine sorgfältige und richtige Fixirung der Serpentinenaxen im Waldwegebaue, ein richtiges Einhalten bestimmter Gefälle bei Schlittwegen und Bringungsanstalten aller Art fordern, entscheiden auch hier: der Umstand, dass, wie auch Petraschek bemerkt, nur wenige jenen praktischen Blick besitzen, der unbewusst das wahre trifft, der Umstand ferner, dass jedes derartige Bauwerk um so vollständiger seinem Zwecke entspricht, je mehr es auch in theoretischer Hinsicht den Anforderungen nachkommt. Wer kann den Einfluss leugnen, den die Uebertragung theoretisch entwickelter Forderungen auf den Eisenbahnbau genommen, was ist aber eine Riese anders als eine Eisenbahn im weiteren Sinne, betrieben von dem billigsten Motor — der Schwere

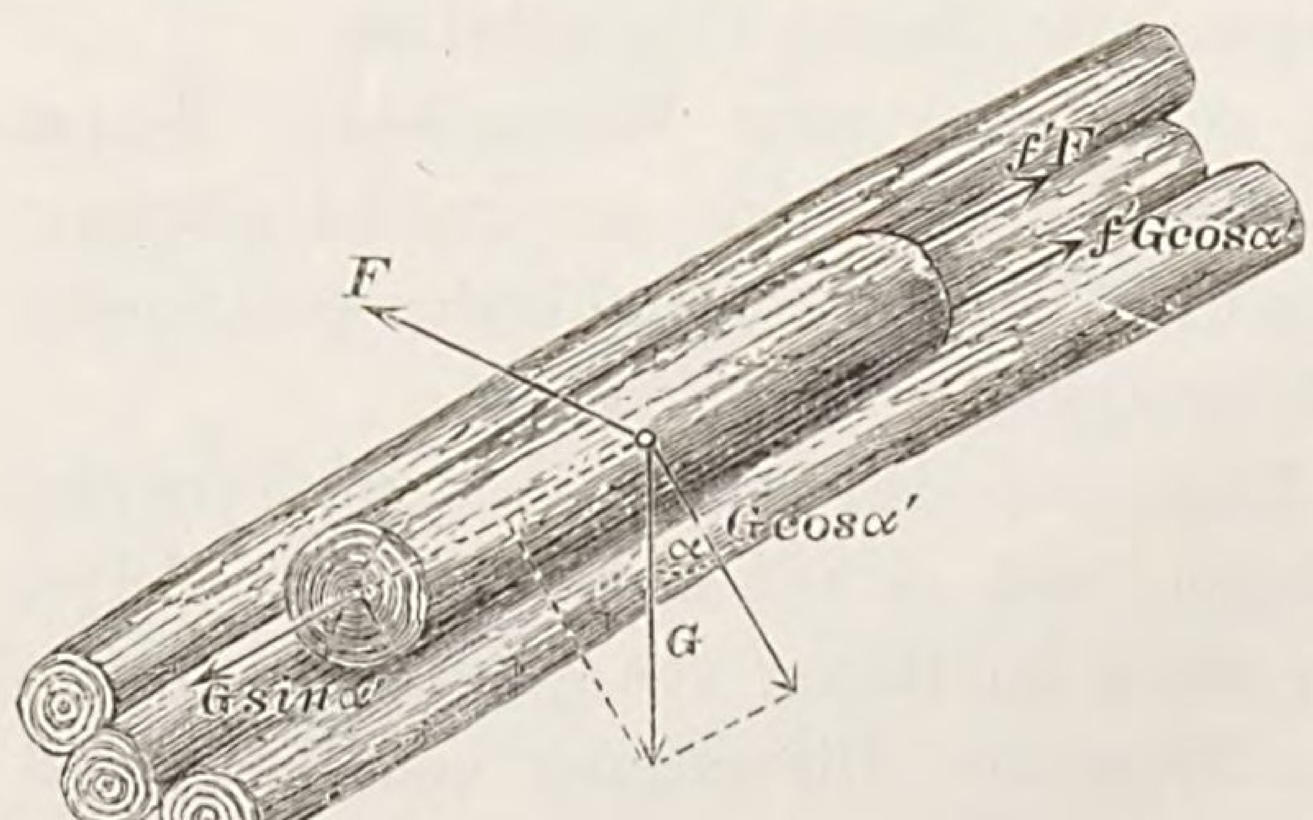


Fig. 2.

Eine Hauptursache, dass gewisse Regeln bei aller Wichtigkeit so schwer in die Praxis dringen, liegt oft in der Complicirtheit der Form, in der sie erscheinen.

Es soll daher getrachtet werden, das Endresultat möglichst einfach, dem praktischen Bedürfnisse entsprechend zu gestalten.

Beifolgende Figur 1 versinnliche die Trace einer Riese: AB die als Gerade projectirte Strecke vom Neigungswinkel α gegen die Horizontale, wobei $tg\,\alpha = f$ dem Reibungscoefficienten der Bewegung.

Der Theil BC sei als Curve nach der in der Praxis üblichen Weise so ausgesteckt, dass seine Horizontalprojection einen Kreisbogen vom Radius r bilde.

Man erreicht diess, indem man die bei der Bogenaussteckung in Betracht kommenden Maasse stets als horizontale Strecken aufträgt. Die einzelnen Elemente dieses Bogens seien

unter dem constanten Winkel α gegen den Horizont geneigt. AC repräsentirt dann eine gewöhnliche Schraubenlinie.

Auf den innerhalb BC herabgleitenden Körper wirken das lothrecht nach abwärts ziehende Gewicht G und die in der Richtung des Krümmungsradius der Bahn nach aussen drängende Centrifugalkraft F.

G zerlegt sich in zwei Componenten $G \sin \alpha'$ und $G \cos \alpha'$, erstere tritt als bewegende Kraft auf, letztere, der Normaldruck, erzeugt eine der Bewegung entgegenwirkende Reibungscomponente $f G \cos \alpha'$. Aber auch die Fliehkraft verursacht einen gleichgerichteten Widerstand $f F$.

Soll die Bewegung eine gleichförmige bleiben, so muss die bewegende Kraft $G \sin \alpha'$ der Summe der Widerstände gleich sein, wir haben

$$1) \quad G \sin \alpha' = f G \cos \alpha' + f F$$

Nun ist aber

$$F = \frac{G v^2}{g r'}$$

wenn g die Beschleunigung der Schwere, r' den Krümmungsradius der Bahn im fraglichen Punkte, v die Geschwindigkeit bezeichnet, mit welcher sich der Körper bewegt.

r' ist bei der Schraubenlinie constant und zwar gilt

$$r' = \frac{r}{\cos^2 \alpha'}$$

Setzen wir noch

$$2) \quad tg\, \alpha' = f + \varphi$$

indem wir mit φ jene Grösse bezeichnen, um welche der Reibungscoefficient, respective die Tangente des Reibungswinkels für die Gerade, in der Curve vergrössert werden muss, damit die Bewegung des Holzes in derselben eine gleichförmige bleibe; so erhält man aus 1) nach kurzer Reduction, die Gleichung nach φ geordnet

$$\varphi^4 + 2 f \varphi^3 + (1 + f^2) \varphi^2 = f^2 \cdot \frac{v^4}{g^2 r^2}$$

Die Auflösung der Gleichung würde bei bekannten v, f und r direct den Werth φ geben. Der Ausdruck ist jedoch für den praktischen Gebrauch viel zu complicirt, wir schlagen daher, um eine Näherungsregel zu gewinnen, folgenden Weg ein und schreiben:

$$\frac{f}{r} = \frac{g \varphi}{v^2} \sqrt{1 + (f + \varphi)^2}$$

Nach Petraschek's Versuchen ist bei der Trockenriese für Dreilinge und harte Scheiter $f = 0{\cdot}4$, setzen wir ausserdem nach seinen Angaben als zulässige Geschwindigkeit $v = 10$ Meter, so erhält man

für					
$\varphi =$	0·01	0·03	0·06	0·09	0·12
$\frac{f}{r} =$	0·106 φ	0·107 φ	0·108 φ	0·109 φ	0·110 φ.

Trägt man die Werthe von $\frac{f}{r}$ als Abscissen die zugehörigen Grössen von φ als Ordinaten auf, so sieht man, dass die einzelnen Punkte nahezu in eine Gerade fallen, was übrigens der Umstand, dass die bei φ erscheinenden Coefficienten wenig differiren, sofort erklärt. Setzen wir mit einer für den vorliegenden Zweck vollständig ausreichende Genauigkeit

$$\frac{f}{r} = 0{\cdot}11\, \varphi$$

so haben wir mit Rücksicht auf (2) die kurze Näherungsregel

$$tg\,\alpha' = \left(1 + \frac{9}{r}\right) f$$

Mit Bezug auf die Petraschek'schen Coefficienten lassen sich, in derselben Weise vorgehend, nachstehende einfache Regeln aufstellen:

Ist f die Tangente des Reibungswinkels für die Bewegung auf gerader Bahn, respective das Gefälle einer geraden Riesstrecke, so vermehre man dasselbe mit Rücksicht auf den durch die Centrifugalkraft erzeugten Widerstand in der Curve für Dreilinge-, harte und weiche Scheiter-Bringung

bei Eis-, Schnee- und Nassriesen um $\frac{10}{r} \cdot f$

bei Trockenriesen um $\frac{9}{r} \cdot f$.

Hiebei ist eine Maximalgeschwindigkeit von 10 Meter vorausgesetzt. Für eine Geschwindigkeit von v Meter sind die erhaltenen Werthe noch mit dem Verhältniss $\frac{v^2}{100}$ zu multipliciren.

Diess gibt für die dem Gefälle in der Curve zuzuschlagende Grösse bei Stämmen und Klötzen unter Voraussetzung einer Maximalgeschwindigkeit von 4 Meter

bei Eis-, Schnee- und Nassriesen $\frac{1 \cdot 6}{r} \cdot f$

bei Trockenriesen $\frac{1 \cdot 4}{r} \cdot f$.

Ausser dem Widerstande, der durch die vermehrte Reibung erzeugt wird, kommt bei der Bewegung in der Curve noch ein weiterer Factor hinzu, der ebenfalls zu beachten ist. In Praxis tritt nämlich an Stelle der reinen Curve ein aus geraden Stücken gebildetes Polygon. Beim Gleiten des Holzes stösst dieses durch die Centrifugalkraft nach aussen gepresst gegen die einspringenden Winkel und verliert dadurch an angesammelter Arbeit.

Vielleicht setzen mich seinerzeit in Gemeinschaft mit Herrn Petraschek anzustellende Versuche in die Lage auch die Berücksichtigung dieses Einflusses auf die Bewegung in der Riese näher präcisiren zu können.

Ueber das Fallgesetz der Riese.

Von

Ingenieur **Friedr. Steiner,**

Docent am Wiener Polytechnikum und an der k. k. Hochschule für Bodencultur.

Gelegentlich der Vornahme seiner Versuche über die Riese fand C. Petraschek, wie diess auch in vorstehendem Aufsatze angedeutet ist, dass die berechneten Reibungscoefficienten, abgesehen von den zufälligen Beobachtungsfehlern, differirten; je nachdem sie aus längeren oder kürzeren Wegstrecken berechnet waren, die das Versuchsstück durcheilt hatte. Diess würde unmöglich sein, wäre die Bewegung wirklich eine gleichförmig beschleunigte, wie sie der Ableitung der Formel zu Grunde liegt. Es ist nun, zunächst allerdings nur vom rein theoretischen Standpunkte aus betrachtet, interessant, Untersuchungen über die Ursachen anzustellen, die der beobachteten Erscheinung zu Grunde liegen. Vor allem drängen sich uns zwei Erklärungsgründe auf, der Einfluss des mit wachsender Geschwindigkeit zunehmenden Luftwiderstandes, der auf die Bewegung verzögernd einwirkt und die Variabilität des Reibungscoefficienten, welcher nach Erfahrungen, die man auf anderem Gebiete gewonnen, wahrscheinlich mit wachsender Geschwindigkeit abnimmt, wodurch eine Zunahme der Beschleunigung erzeugt wird.

Ueber das Gesetz der Abhängigkeit des Reibungscoefficienten von der Geschwindigkeit des Bewegten liegen noch wenig Versuche vor. Bochet setzt:

$$1)\quad f_v = \frac{f_0 - f_1}{1 + \frac{v}{u}} + f_1$$

wobei f_0 den Reibungscoefficienten bei unendlich langsamer Geschwindigkeit, f_1 den Werth für sehr schnelle Bewegung u eine Erfahrungsgrösse f_v den Reibungscoefficienten bei der Geschwindigkeit v bezeichnet. Er fand das Gesetz durch seine Versuche, welche bei bedeutendem Drucke auf die sich reibenden Flächen vorgenommen wurden, bestätigt. Ohne die Giltigkeit dieses Ausdruckes auch für die hier vorliegenden Verhältnisse als feststehende Thatsache betrachtet wissen zu wollen, möge er, um einige Anhaltspunkte zu gewinnen, in folgenden Untersuchungen in Rechnung kommen.

Zunächst ergibt sich mit Rücksicht auf die Widerstände der Reibung für die Beschleunigung g'' des fallenden Holzes auf einer geraden Strecke von dem Neigungswinkel α gegen die Horizontale

$$2)\quad g'' = (\sin\alpha - f_v \cos\alpha)\, g$$

Setzt man hierin

$$(\sin \alpha - f_1 \cos \alpha)\, g = g'$$

und berücksichtigt 1) so wird:

$$g'' = \frac{dv}{dt} = \left(1 - \frac{f_0 - f_1}{tg\,\alpha - f_1} \cdot \frac{1}{1 + \frac{v}{u}}\right) g'$$

und wenn man die Variablen sondernd, beiderseits integrirt

$$3) \quad v + u\, \frac{f_0 - f_1}{tg\,\alpha - f_1}\, Ln. \left(1 + \frac{tg\,\alpha - f_1}{tg\,\alpha - f_0} \cdot \frac{v}{u}\right) = g't$$

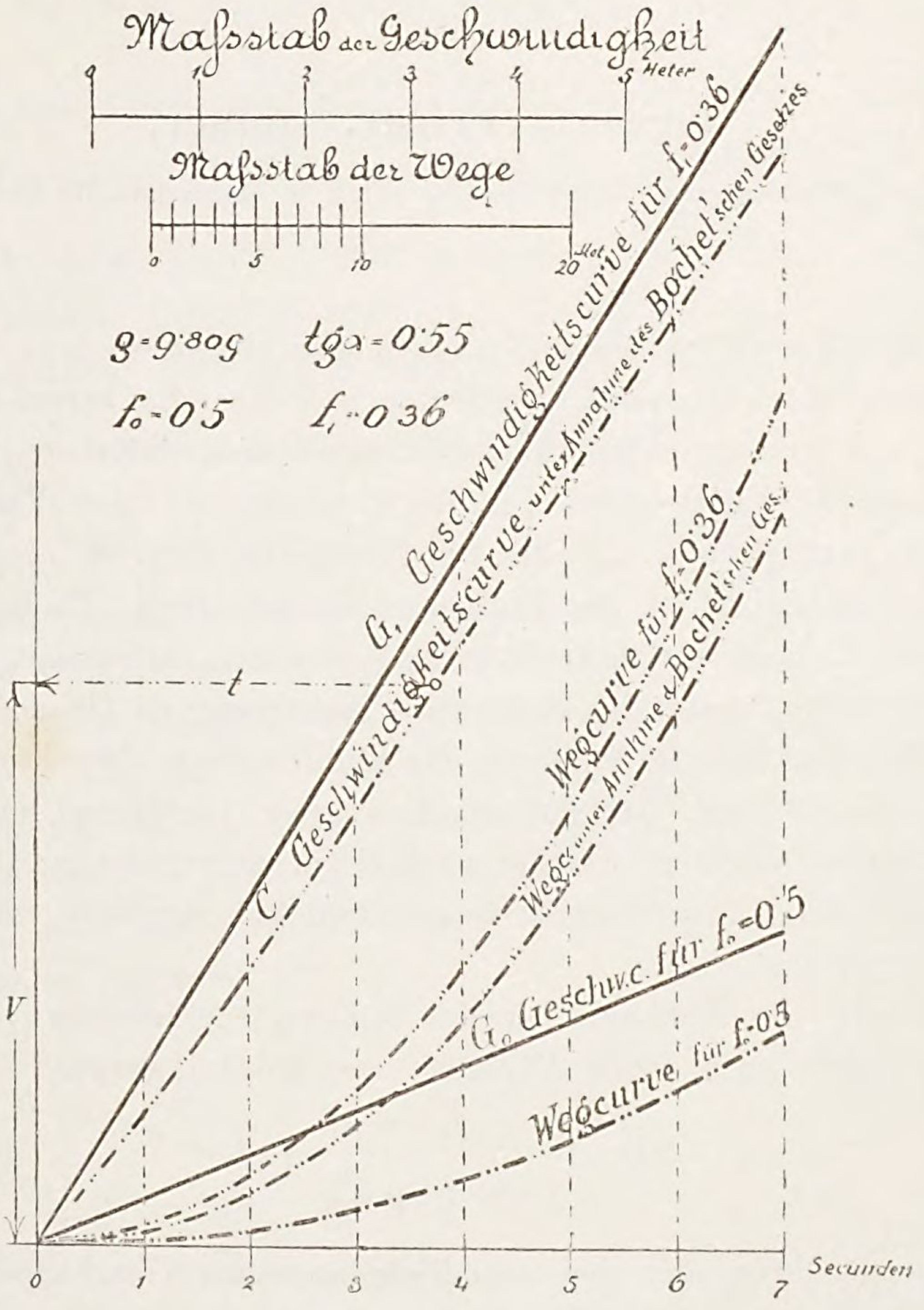


Fig. 1.

Es ist unmöglich v direct durch eine geschlossene Function von t auszudrücken, damit stösst aber die Ermittlung des vom Körper in der Zeit t zurückgelegten Weges auf Schwierigkeiten. Um zu einem Resultate zu gelangen, das für praktische Zwecke vollständig ausreicht, stellen wir die Funktion

$$t = f\,(v)$$

graphisch dar, indem wir v als unabhängig veränderlich betrachten. Fig. 1 zeigt als Beispiel eine für specielle Annahmen gezeichnete Curve C.

Besonderes Interesse gewährt die Beziehung, in welcher die beiden Geraden

$$G_1 \ldots v = g\,(sin\,\alpha - f_1\,cos\,\alpha)\,t$$
$$G_0 \ldots v = g\,(sin\,\alpha - f_0\,cos\,\alpha)\,t$$

zu C stehen. Die Ordinaten von G_1 geben die den Abscissen als Zeiten entsprechenden Endgeschwindigkeiten unter Annahme eines constanten Reibungscoefficienten f_1, die von G_2 jene für den unveränderlichen Werth f_0.

Zunächst bemerkt man, dass die Richtung der Tangente eines Punktes (v, t) bestimmt ist durch:

$$\frac{dv}{dt} = g\,(sin\,\alpha - f_v\,cos\,\alpha)$$

für $v = \infty$ wird:

$$\frac{dv}{dt} = g\,(sin\,\alpha - f_1\,cos\,\alpha)$$

das heisst, die Tangente des unendlich fernen Punktes ist zu G_1 parallel; für $v = o$ wird:

$$\frac{dv}{dt} = g\,(sin\,\alpha - f_0\,cos\,\alpha),$$

was uns besagt, dass G_0 Tangente im Ursprung sei.

Kennt man aber die Geschwindigkeitscurve, so ist es leicht nach den Regeln des graphischen Rechnens die Summencurve zu construiren, deren Ordinate den Inhalt der zwischen der Abscissenaxe der Geschwindigkeitscurve und der Ordinate liegenden Fläche, mithin den Werth des Integrals $\int_0^t v dt$, das ist direct den in der Zeit t zurückgelegten Weg angibt.

In Fig. 1 sind diese Summencurven als strichpunktirte Linien eingezeichnet. Die daselbst versinnlichten Werthe entsprechen der Annahme, dass man es mit einer Riese vom Gefälle $tg\,\alpha = 0{\cdot}55$ zu thun habe, dass der Reibungscoefficient für sehr rasche Bewegung $f_1 = 0{\cdot}36$, jener für die Ruhe $f_0 = 0{\cdot}5$ sei und dass man in der Formel für das Reibungsgesetz übereinstimmend mit Bochet $\frac{1}{u} = 0{\cdot}3$ setzen dürfe.

Die Gleichung der Geschwindigkeitscurve wird dann

$$0{\cdot}612\,v + 0{\cdot}654\,lg\,(1 + 1{\cdot}14\,v) = t$$

construirt man hiernach die Summencurve, so findet man z. B. für den in der Zeit t zurückgelegten Weg s

$t =$	0	4	9	Secunden
$s =$	0	10·5	34·5	Meter.

Nehmen wir nun an, man hätte die beiden letzteren Werthe in praxi beobachtet und würde aus beiden nach der einfachen Formel für die Bewegung unter Annahme eines constanten Reibungscoefficienten, wie diess auch von Petraschek geschehen, berechnen, so fände man für

$t =$	4	9	Secunden
$f =$	0·40	0·39	

Man ersieht hieraus, dass der so berechnete Coefficient mit wachsender Zeit abnimmt, was uns ziffermässig die Eingangs gemachte Erörterung erklären könnte.

Der der Bewegung entgegenwirkende Luftdruck ist nahezu gegeben durch

$$\lambda v^2 S$$

wenn v die Geschwindigkeit des fallenden Körpers, S den Inhalt seiner bei der Bewegung voraneilenden Stirnfläche, λ einen Erfahrungscoefficienten bezeichnet.

Für Meter und Kilogramm ist nahezu

$$\lambda = 0{\cdot}122$$

ist l die Länge des fallenden Holzkörpers, γ sein specifisches Gewicht, so ist die Masse des Bewegten bei cylindrischer Form

$$\frac{\gamma S l}{g}$$

mithin, die durch den Luftwiderstand erzeugte Beschleunigung g'

$$g' = \frac{\lambda v^2}{\gamma l} \cdot g = \varkappa v^2 g$$

wobei $\varkappa$ eine Hilfsgrösse. Und wenn man für lufttrockenes Nadelholz $\gamma = 453$ Kilogr. pr. Cubikmeter setzt

$$g' = 0{\cdot}00027 \frac{v^2}{l} \cdot g$$

oder wenn man für nasses Holz $\gamma = 839$ Kilogr. pr. Cubikmeter einführt

$$g' = 0{\cdot}000145 \frac{v^2}{l} g$$

Mit Rücksicht auf den Luftwiderstand wird aus Gleichung 2)

$$g'' = (\sin\alpha - f_v \cos\alpha - \varkappa v^2)\, g$$

Fragen wir uns zunächst nach dem Neigungswinkel, für welchen die Fallgeschwindigkeit constant bleibt, so muss $g'' = 0$ werden und die Auflösung der Gleichung gibt:

$$tg\,\alpha = \frac{f_v + \varkappa v^2 \sqrt{1 + f_v^2 - \varkappa^2 v^4}}{l - \varkappa^2 v^4}$$

oder mit Rücksicht auf die Kleinheit des Gliedes $\varkappa v^2$ in den hier praktisch vorkommenden Fällen

$$4)\quad tg\,\alpha = f_v + \varkappa v^2 \sqrt{1 + f_v^2}$$

für lufttrockenes Holz ist

$$\varkappa = \frac{0{\cdot}00027}{l}.$$

Setzen wird ferner $v = 10$ M. und $f_v = 0{\cdot}38$, so wird für:

Scheitlänge	1	2	3 Meter
$tg\,\alpha$ =	0·41	0·395	0·39

Man sieht hieraus, dass $tg\,\alpha$ mit zunehmender Länge des bewegten Körpers abnimmt.

Petraschek's Coefficienten, ohne Rücksicht auf den Luftwiderstand entwickelt, schliessen diesen gewissermassen in sich ein, und bestätigen ganz auffallend das eben entwickelte Gesetz, indem der Reibungscoefficient für Stämme stets kleiner als jener für Dreilinge und Scheiter ist, eine Erscheinung deren Ursache mithin wahrscheinlich neben anderem auch dem auftretenden Luftwiderstande zuzuschreiben sein dürfte.

Betrachten wir ferner die Verhältnisse unter der Annahme, dass f constant sei, so wird für

$$(\sin \alpha - f \cos \alpha)\, g = g'$$

wenn man ferner

$$\varkappa \frac{g}{g'} = \frac{1}{w^2}$$

setzt

$$g'' = \frac{dv}{dt} = g' \left(1 - \frac{v^2}{w^2}\right)$$

die bekannte ballistische Gleichung. Man erhält

$$5)\quad v = w \frac{e^{\frac{2\,g't}{w}} - 1}{e^{\frac{2\,g't}{w}} + 1}$$

und

$$6)\quad s = \frac{w^2}{2\,g'}\, Ln. \frac{\left(1 + e^{\frac{2\,g't}{w}}\right)^2}{4\,e^{\frac{2\,g't}{w}}}$$

als Formeln, welche gestatten, direct die Werthe von s und v zu berechnen.

Um den Einfluss des Widerstandes an einem Beispiele näher kennen zu lernen, nehmen wir an, dass man es mit einer Eisriese zu thun habe, die unter 7⁰ gegen den Horizont geneigt ist, es gilt dann nach Petraschek für Dreilinge $f = 0{\cdot}10$. Ausserdem wollen wir $l = 3$ mithin $\varkappa = 0{\cdot}00009$ setzen. Die Berechnung liefert für

	$t =$	15	30	45	Secunden
v ohne Rücksicht auf den Luftwiderstand	=	3·33	6·65	9·98	Meter
v mit „ „ „ „	=	3·27	6·32	8·85	„
s ohne „ „ „ „	=	25·0	99·8	224·6	„
s mit „ „ „ „	=	24·9	97·1	211·5	„

Man sieht hieraus, dass der Einfluss auf die Länge des zurückgelegten Weges immerhin ein beträchtlicher werden kann.

Nehmen wir wieder an, man habe die durch Rechnung erhaltenen Resultate für den mit Rücksicht auf den Luftwiderstand ermittelten Weg durch Beobachtung erhalten und würde aus diesen Daten unter Annahme eines constanten Reibungscoefficienten den Werth desselben berechnen, so erhielte man für:

$t =$	0	15	30	45	Secunden
$f =$	0·1	0·1000	0·1005	0·1013	

man sieht hieraus, dass f mit wachsender Zeit zunimmt.

Die Ermittlung der Ausdrücke für s und v unter gleichzeitiger Berücksichtigung des Bochet'schen Gesetzes für die Variabilität des Reibungscoefficienten und des Einflusses, welcher vom Luftwiderstande ausgeübt wird, stösst auf Schwierigkeiten. Das Problem vereinfacht sich bedeutend, wenn man innerhalb der praktisch vorkommenden Grenzen der Veränderlichkeit des Reibungscoefficienten so Rechnung trägt, dass man

$$8)\quad f_v = (1 - \rho v^2) f_0$$

oder aber auch

$$9)\quad f_v = \alpha + bv$$

setzt, und hiebei die Constanten ρ beziehungsweise a und b, so bestimmt, dass die Summe der Quadrate der Unterschiede zwischen den für den gegebenen Fall beobachteten [1]) und berechneten Werthe ein Minimum wird, um hiedurch die wahrscheinlichsten Werthe derselben zu gewinnen.

Unter Annahme von 8 hat man

$$g'' = (sin\ \alpha - f_0\ cos\ \alpha + f_0\ \rho v^2\ cos\ \alpha - \varkappa v^2)\ g$$

Bezeichnet man mit $\frac{1}{w_1^2}$ den Ausdruck $f_0\ \rho\ cos\ \alpha - \varkappa$, so hat man unter Aufrechterhaltung des Werthes g' wie früher

$$g'' = \frac{dv}{dt} = g'\left(1 + \frac{v^2}{w_1^2}\right)$$

und man erhält

$$v = w_1\ tg\ \frac{g't}{w_1}$$

ferner

$$s = -\frac{w_1^2}{g'}\ Ln.\ cos\ \frac{g't}{w_1}$$

Auch unter Annahme 9 ist der Ausdruck direct integrable.

Es liegt uns ferne, die in dem Aufsatze erörterten Formeln für die Anwendung in der Praxis zu empfehlen.

Die unter Annahme eines constanten Coefficienten giltigen Gesetze reichen innerhalb der praktisch vorkommenden Grenzen vollständig aus.

Aufgabe dieser Zeilen war es, gewisse Erscheinungen vom theoretischen Standpunkte aus zu beleuchten und über die Grösse des Einflusses bestimmter Widerstände sich klar zu werden. Sollten sie weitere Anregung zu den von Petraschek versprochenen Versuchen bieten, die gewiss werthvolle Beiträge für die Kenntniss der in den Formeln auftretenden Constanten über das Abhängigkeitsgesetz der Reibung etc. liefern werden, so ist ihr Zweck erfüllt.

[1]) Derartige Beobachtungen liessen sich vielleicht am besten in der Weise anstellen, dass man Hölzer auf einer horizontalen Riesstrecke mit verschiedenen Geschwindigkeiten führt, die man durch die Drehung einer Welle erzeugt, um die sich das ziehende Seil schlingt, und mittelst eines in der Zugvorrichtung eingeschalteten Dynamometers die aufzuwendende Kraft misst.

MITTHEILUNGEN

AUS DEM

FORSTLICHEN VERSUCHSWESEN

OESTERREICHS.

HERAUSGEGEBEN

VON

Dr. A. von SECKENDORFF

K. K. O. Ö. PROF., REGIERUNGSRATH UND LEITER DES FORSTLICHEN VERSUCHSWESENS.

III. HEFT.

MIT 6 TAFELN UND 5 ABBILDUNGEN IM TEXTE.

WIEN, 1878.

WILHELM BRAUMÜLLER

K. K. HOF- UND UNIVERSITÄTSBUCHHÄNDLER.

Beiträge zur Anatomie der Schwarzföhre
(*Pinus Laricio* Poir.).

Von

Dr. Joseph Moeller.

(Mit Tafel XIX—XXIII.)

I. Bau der Rinde.

An alten Stämmen erreicht die Rinde eine Mächtigkeit von 2 Cm. und darüber. Auf dem Querschnitte tritt eine regelmässige Schichtung sehr deutlich hervor durch derbe, hellfarbige Linien, die mit einander anastomosiren und breit elliptische, durch ihre lohgelbe Farbe und schwammige Beschaffenheit ausgezeichnete Rindenpartien umschliessen.

An radialen Längsschnitten gleicht das Bild der Borkeschichten sehr dem der Querschnittsansicht, nur sind die Ellipsen in axialer Richtung etwas mehr gestreckt. Die Borke fällt in papierdünnen, bis 3 Mm. dicken, flachmuscheligen, wellig conturirten, aschgrauen Schuppen ab.

Der an das Cambium grenzende Theil der Rinde umgibt ununterbrochen in einer etwa 3 Mm. dicken Lage den Holzkörper, haftet lose an ihm, fest dagegen an der äusseren Borkeschuppe. Die jüngste Rinde ist hell ockerfarbig, ausserordentlich schwammig und kann in beliebig langen, äusserst biegsamen Streifen abgezogen werden. Ihre innere Fläche ist mit einer geringen Menge farblosen Schleimes bedeckt, welcher (im Frühlinge) zufolge der mikrochemischen Reactionen aus Proteïnsubstanzen besteht und frei von Stärke ist.

Unter dem Mikroskope (Tafel XXIII, Fig. 20) erweisen sich die derben Trennungswände der Borkeschuppen aus Steinzellen bestehend, denen nach innen die in Dauergewebe übergegangenen, äusserst dünnwandigen, oft schon zerrissenen Korkmutterzellen in drei und mehr Reihen anhaften. Die Entstehung der Borke und ihre Abstossung ist demnach sehr klar. Die Steinzellen sind unregelmässig von Gestalt, doch herrschen abgerundet-rechteckige, tangential-gestreckte Formen vor. Ihr Breitendurchmesser beträgt etwa 0·05, die Höhe 0·03 Mm. Die Verdickung ist beträchtlich (0·012 Mm.), hellgelb von Farbe, sehr deutlich geschichtet und von unverzweigten Porenkanälen durchzogen. Fast alle Steinzellen haben einen formlosen braunen Inhalt.

Das zwischen den Steinzellen lagernde Gewebe der Rinde besteht ausser den schon erwähnten, durch äusserste Dünnwandigkeit, Unregelmässigkeit und graue Färbung charakterisirten Korkzellen aus zwei Zellformen: aus 0·06 Mm. und darüber grossen, rundlichen Zellen, welche regellos angeordnet sind, und aus kleineren, verzogen rechteckigen Zellen

mit ausgesprochen radialer Anordnung. Alle Zellen sind frei von Inhalt, ihre Wände sind intensiv rothbraun gefärbt. Auf Längsschnitten zeigen die weiträumigen rundlichen Zellen eine die Breite um das Dreifache etwa übertreffende axiale Streckung, und neben ihnen befinden sich lange Fasern, deren Wände von zu Gruppen vereinigten Poren siebförmig durchbrochen sind.

Dies das Bild der völlig abgestorbenen Borke.

Die Borkebildung schreitet sehr rasch vorwärts und greift ungemein tief. Schon mit unbewaffnetem Auge konnte man erkennen, dass die letzte Steinzellenschichte nur 3 Mm. vom Holze entfernt ist und in der That besitzt die lebende Rinde im ganzen Umfange des Stammes keine grössere Mächtigkeit. Tafel XIX Fig. 2 zeigt im radialen Längsschnitt das Korkgewebe, dessen äussere Schichte in Sclerenchym verwandelt ist.

Die Zellformen der Innenrinde sind den in der Borke vorkommenden analog, nur sind sie in der lebenden Rinde in der ursprünglichen Anordnung und in unveränderter Form kenntlich. Die siebförmig getüpfelten Fasern bilden die Hauptmasse der Rinde. Sie stehen in radialen Reihen [1]), sind am Querschnitte rechteckig, tangential gestreckt. Vorzüglich trägt ihre den Markstralen zugekehrte Fläche die Siebplatten, weshalb sie an radialen Schnitten in der Flächenansicht (Tafel XIX Fig. 2, Tafel XXI Fig. 12), an tangentialen Schnitten (im Durchschnitt) in Form eines zierlichen Rosenkranzes erscheinen (Tafel XIX Fig. 4 s). Die Poren sind sehr fein, und ich konnte mich nicht vergewissern, ob sie durch eine Membran verschlossen sind oder nicht. Doch glaube ich das erstere, weil sonst auf sehr feinen Sehnenschnitten wohl eine Störung in der Continuität bemerkbar sein müsste.

Zwischen diesen Elementen finden sich zerstreut oder in unterbrochenen tangentialen Reihen weite, am Querschnitte oft kreisrunde Parenchymzellen. Sie sind sehr dünnwandig, frei von Poren und enthalten ansehnliche Mengen rundlicher oder unregelmässig gestalteter, bis 0·012 Mm. grosser Stärkekörner. Manche Parenchymzellen sind zusammengefallen, ihre Membranen sind gelb gefärbt, und einem gleichfarbigen homogenen Inhalt ist meist ein grosses Prisma eingebettet. Die Siebröhren lassen keinen Inhalt wahrnehmen. Die Korkmutterzellen führen gleichfalls Stärke, die bereits verkorkten Zellen sind inhaltslos, die Steinzellen bis in die Porenkanäle hinein von bernsteingelber Substanz erfüllt. Die Membranen sämmtlicher lebender Zellen werden durch Chlorzinkjod violett gefärbt. Es behalten demnach nach Einwirkung dieses Reagens blos die Steinzellen, die abgestorbenen Korkzellen und die Krystall führenden Parenchymzellen ihre ursprüngliche Farbe. Die Intensität der Farbe nimmt nach aussen merklich ab. Doch lassen sich auch in den jüngsten Zellen bereits Spuren der Verholzung durch schwefelsaures Anilin nachweisen. Sie bekommen einen schwarzgelblichen Farbenton, der nach aussen allmälig in citronengelb übergeht bis die Steinzellen und die ausser ihr liegende Borke orange werden.

Spuren von eisengrünendem Gerbstoff sind in den Zellhäuten eben wahrnehmbar.

[1]) Die radiale Anordnung und die Querschnittsform der Siebröhren ist nur an Präparaten aus frischer Rinde kenntlich, welche allerdings von genügender Zartheit sehr schwer herzustellen sind, weil das höchst schwammige Gewebe sich vor dem Messer zurückzieht. Wird die Rinde nur 24 Stunden an der Luft liegen gelassen, dann ist die Schnittführung leicht; aber die Siebröhren sind zusammengefallen und quellen auch in kaltem Wasser nicht mehr vollständig auf. Sie gleichen in diesem Zustande dem Hornprosenchym der Autoren, bilden tangentiale, vielfach unter einander verbundene Stränge, in denen die Lumina als zarte wellige Linien erscheinen. In solchen Präparaten scheint die Menge des Parenchyms zu überwiegen, weil natürlich die geschrumpften Siebröhren einen kleineren Raum einnehmen. Dagegen tritt die schichtenweise Lagerung der Parenchymzellen und Siebröhren deutlich hervor, welche in Präparaten der frischen Rinde nur angedeutet ist (Tafel XIX Fig. 3).

In der ganzen mächtigen Rinde sucht man vergebens nach Harzkanälen ausser den in den Markstrahlen verlaufenden.

Nach oben zu verschmächtigt sich allmälig die Rindendecke durch Abnahme der Zahl der Borkeschichten sowohl wie ihrer Dicke. In der Gegend des zehn- oder zwölfjährigen Gipfelsprosses etwa pflegt die primäre Rinde noch in Spuren vorhanden zu sein. Eine in die Innenrinde vordringende Sclerenchymzellenlage hat die erste Borkenschuppe abgetrennt. In ihr findet man die ersten Harzgänge. Sie sind mitunter von beträchtlicher Grösse, 0·7 Mm. breit, 2 Mm. lang und darüber, ihre Gestalt nierenförmig oder elliptisch mit der grossen Axe parallel zur Oberfläche. Diese Grössenverhältnisse sind jedoch nicht gewöhnlich. Häufiger findet man kleinere elliptische Harzgänge, deren lange Axe etwa 0·6, deren grösster radialer Durchmesser 0·2 Mm. misst, wie die beiden in Tafel XX Fig. 8 u. 9 abgebildeten. Ihre Länge übersteigt nur selten einige Millimeter, nur hie und da trifft man nahe an Centimeter lange. Doch kann man sich in jedem Falle von ihrem natürlichen Ende überzeugen, welches bogenförmig abschliesst. Ihr Verlauf ist geradlinig, wodurch Anastomosen ausgeschlossen werden. Die von Mohl angegebenen Verbindungen mehrerer Rindenharzgänge unter einander und die Mündung mehrerer in einen Harzkanal kann ich für diese Holzart nicht bestätigen.

Die Innenwand der Harzgänge ist von einer dünnen Lage stark abgeplatteter Zellen ausgekleidet, deren zum Theil zerstörte Membranen in das Lumen ragen (Tafel XX Fig. 8 u. 9).

An diese schliesst sich nach aussen unmittelbar das grosszellige, bereits abgestorbene Rindenparenchym an. Der Ausweitung der Harzgänge in radialer Richtung setzt häufig nach innen die Steinzellenschichte eine Grenze, die, in ihrem Verlaufe weniger regelmässig, auch dem Harzgange eine abweichende Configuration gibt.

Die ersten Korklamellen bilden sich häufig in der Mittelrinde, woher es kommt, dass die Harzgänge gewöhnlich zwischen zwei Steinzellenschichten eingeschlossen sind.

Der ausschliessliche Sitz der Rinden-Harzgänge ist das Parenchym der Mittelrinde. Wenn die Borkenbildung in die Innenrinde vordringt und die primäre Rinde in Folge des Dickenwachsthums abgestossen wird, findet man in der Rinde keine Harzgänge mehr.

Die Harzgänge der Rinde haben demnach eine verhältnissmässig kurze Existenz. Da sie weder unter einander noch mit Elementen in Verbindung stehen, welche eine Communication ihres Inhaltes vermitteln könnten, und zugleich nach aussen münden, so ist eine spontane Entleerung derselben unmöglich.

Es gibt keinen physiologischen Harzfluss aus der Rinde. Alles Harz, welches an Rindenoberflächen angetroffen wird, muss aus Wunden stammen.

Die Harzgänge, wie wir sie vorhin beschrieben haben, befinden sich ausserhalb einer (oder mehrerer) Korkschichten, haben also bestimmt die Höhe ihrer Ausbildung erreicht.

Je jüngere Theile des Gipfeltriebes man durchforscht, desto frühere Phasen in der Entwickelung der Harzgänge kann man beobachten. Man kommt an eine Zone, wo die Korkbildung noch nicht im Gange ist, wo die Harzgänge von lebendem Gewebe umschlossen sind, wo die Gewebe und mit ihnen die Harzgänge noch nicht der tangentialen Zerrung unterworfen sind, wo die Harzzellen selbst von dem andrängenden Inhalt noch wenig gelitten haben, endlich, wo die Harzkanäle sich aus dem cambialen Gewebe zu differenziren beginnen. Es geschieht dies sehr früh nach dem Erwachen der Vegetation; der Zeitpunkt lässt sich begreiflicherweise nicht genau festsetzen, und damit nicht allzu viele werthvolle Stämme der

Untersuchung dieser Vorgänge zum Opfer fallen und weil das Herabholen des Materiales mit manchen Schwierigkeiten verbunden ist, habe ich junge, fünf- bis zehnjährige Pflanzen gewählt, die mir in hinreichender Menge zur Verfügung standen.

Bevor ich an die Beschreibung der jüngsten Rindenharzzellen gehe, mögen einige Notizen über den Bau der primären Rinde, dem Sitze jener, hier Platz finden.

An Gipfeltrieben, welche ihre Streckung noch nicht vollendet haben, ist die Rinde von einer glatten, hellgelben Epidermis bedeckt. In den jüngsten Stadien sind die Epidermiszellen fast regelmässig quadratisch (diametral 0·02 Mm.), gleichmässig verdickt. Sehr frühzeitig tritt einseitige Verdickung auf, so dass die äussere, von einer ziemlich mächtigen Cuticula (0·003 Mm.) überzogene Wand um mehrfaches dicker als die innere (Tafel XIX Fig. 1) und deutlich geschichtet wird. Die unmittelbar unter der Epidermis liegenden drei bis vier Zellenschichten, vorher von den übrigen Zellen der Mittelrinde nicht verschieden, beginnen nun sich gleichfalls zu verdicken, und zwar centripetal fortschreitend. Die äusserste Zellenlage hat vollständig den Charakter von Steinzellen, von Porenkanälen durchzogene Schichtung, angenommen; die nächstfolgenden Zellen zeigen die Charaktere in weniger ausgesprochener Weise und gelangen auch niemals dahin, dieselben vollkommen auszubilden. Dessenungeachtet mag dieses Stratum als sclerenchymatische Hypodermschichte zusammengefasst werden. Die Zellen sind namhaft grösser als die Epidermiszellen, ihre Formen unregelmässig, ihr Verband nicht lückenlos. Das übrige Gewebe der Mittelrinde besteht aus kugeligen oder wenig verzogenen Zellen, unter denen in ziemlich regelmässigen Abständen die blattbürtigen Harzgänge vertheilt sind. Sie gleichen vollständig den später nach vollendetem Längenwachsthum auftretenden, der Rinde ausschliesslich angehörenden Harzgängen.

Die Innenrinde (Tafel XIX Fig. 1 J) besteht zum grössten Theile aus Siebröhren, die hier, wo noch keine Verschiebungen stattgefunden haben, in regelmässigen radialen Reihen stehen und nur hie und da von vereinzelten Parenchymzellen unterbrochen sind. An der Grenze der Mittelrinde (Tafel XX Fig. 6 u. 7) häufen sich die Parenchymzellen und in einzelnen kleinen Gruppen derselben treten neue Theilungen auf. Die Tochterzellen wachsen nicht zur Grösse der Mutterzellen heran, doch sind sie anfangs von ziemlich gleicher Grösse und sehr lose neben einander gelagert. Die im Mittelpunkte der Zellengruppe befindlichen Elemente weichen auseinander und die den so entstandenen Hohlraum umgebenden Zellen theilen sich weiter und werden zu eigentlichen Drüsenzellen. Das Secret derselben sammelt sich im Canale an und mag wohl zur Ausweitung desselben beitragen. Erst in den folgenden Jahren werden die den Harzgang umgebenden Zellen mit in die Harzmetamorphose gezogen, wie die alte Harzgänge auskleidenden Zellenreste und die Vergrösserung der ursprünglich im Mittel 0·2 Mm. im Durchmesser haltenden Harzgänge auf die bereits angeführten bis zehnfach grösseren Masse bezeugen. Es sind demnach die Rindenharzgänge schizogen, während, wie wir im nächsten Capitel sehen werden, die Harzgänge im Holze von allem Anfange her lysigen sind.

Zur Vervollständigung des anatomischen Bildes der Rinde muss ich noch anführen, dass schon gegen das Ende der ersten Vegetationsperiode die Peridermbildung anhebt. Knapp unter dem sclerenchymatischen Hypoderm etablirt sich ein Meristemgürtel, aus dem zunächst in centrifugaler Richtung eine Peridermschichte hervorgeht, deren äussere Zellen weiterhin zu Steinzellen werden.

Die Theilungen in centripetaler Folge treten später hinzu, häufig nachdem die ersteren bereits abgestorben sind, und man muss daher die Peridermbildung nach der Terminologie von Sanio als centrifugal-reciprok bezeichnen.

II. Das Vorkommen des Harzes im Holzkörper.

Zum Studium der Entwickelung der Harzgänge im Holze empfehlen sich die Basaltheile kräftig wachsender Stämme von 80 bis 90 Jahren. Bei älteren Stämmen ist der jährliche Zuwachs in der Regel schon sehr gering, und die Harzkanäle treten nur spärlich auf. Bei jungen Individuen sind, wie schon Sanio hervorgehoben hat, die Zellen kleiner, daher die Verfolgung der Theilungsvorgänge im Cambium schwieriger.

Aber nicht alle Stämme gleichen Alters und gleichen Bestandes eignen sich gleich gut für die in Rede stehende Untersuchung. Unter ihnen finden sich viele, welche die grösste Beharrlichkeit lahm zu legen im Stande sind, weil sie auf grosse Strecken keinen Harzgang bilden, und auf diese Weise die Chance ausserordentlich klein ist, aufklärende Präparate zu erhalten.

Man kann im Allgemeinen sagen, dass in breiten Jahresringen sich zahlreiche Harzgänge bilden. Diese Regel erleidet aber nicht gerade seltene Ausnahmen. Wenn man nur eine Querscheibe eines alten Stammes untersucht, findet man einzelne enge Jahresringe mit dicht gedrängten Harzgängen und relativ breite mit äusserst spärlichen Harzgängen. Vergleicht man den Holzring desselben Jahres an Bäumen von verschiedenen Standorten, so wird man neben der Verschiedenheit in der Breite des Zuwachses auch eine von dieser unabhängige Menge von Harzkanälen finden, so zwar, dass bei nahezu gleichem Zuwachs an dem einen Standorte zahlreiche, an dem anderen fast gar keine Harzgänge gebildet werden. Ja sogar an einzelnen Individuen desselben Standortes drängen sich dieselben Unterschiede der Beobachtung auf.

Daraus muss geschlossen werden, dass die Momente, welche den Zuwachs des Holzes und die Bildung der Harzgänge begünstigen, nicht allgemein wirksam sein mögen.

Dieselben meteorischen Einflüsse bringen auf denselben Standorten verschiedene Effecte hervor, und wenn man auch die lokal etwas verschiedenen Abweichungen der physikalischen und chemischen Eigenschaften des Bodens berücksichtigt und Altersverschiedenheiten ausschliesst, so muss man doch gegenüber der auffallenden Differenzen im Zuwachs schliessen, dass dieser in erster Linie von bisher unbekannten, vielleicht in der individuellen Organisation liegenden Ursachen bedingt wird.

Damit soll der Einfluss jener Factoren, deren Einfluss auf den Zuwachs durch tausendfältige Erfahrung festgestellt ist, nicht geleugnet, es soll nur darauf hingewiesen werden, dass dieser Einfluss nicht der dominirende ist und dass man nicht berechtigt ist, die Bäume als meteorologische Jahrbücher zu betrachten oder zum mindesten zu benützen; denn sind sie es auch, und es ist nicht zu bezweifeln, dass meteorische Einflüsse der Vegetation ein eigenartiges Gepräge verleihen, so sind wir doch weit entfernt, sie lesen zu können. Diese optimistische Auffassung muss übrigens schon die Betrachtung eines einzigen Jahresringes widerlegen, da dieser in der Regel an verschiedenen Stellen der Peripherie verschiedene Ausbildung zeigt. Man hat aber geglaubt, durch Vergleichung zahlreicher Objecte die individuellen Verschiedenheiten von den allgemeinen trennen zu können. Ist dies auch für viele Fälle mit Erfolg durchführbar, so gibt es doch viele Fälle, wo es unmöglich ist, wo eine nüchterne Betrachtung zu dem Schlusse führen muss, dass gegebene Wachsthumsverhältnisse selbst mit Zuhilfenahme aller bekannten Daten nicht erklärt werden können.

So wenig man a priori angeben kann, welches Individuum zum Studium der Harzbildung zweckmässig sei, eben so wenig lässt sich der Zeitpunkt feststellen, in welchem die

Bildung der Harzkanäle anhebt. Auch darauf nehmen Witterungs-, Standorts- und individuelle Verhältnisse Einfluss, doch ist mir über das Mass jedes derselben nichts Näheres bekannt. Wohl trifft man in der Regel die Harzgänge in breiten Jahresringen näher dem Frühlingsholze, und in schwachen Zuwachsjahren sind die Harzgänge häufig die zuletzt entstehenden Gebilde, doch wäre es voreilig, daraus zu schliessen, dass in ersteren die Harzkanäle früher entstehen als in letzteren, so lange man über die Periode, in der die einzelnen Holzlagen sich bilden, nicht genau unterrichtet ist. Es kann ja möglicherweise noch ein sehr breiter Holzring entstehen, wenngleich die ersten Theilungen des Cambium spät angefangen haben oder es kann die Holzbildung ungewöhnlich früh zum Abschluss gelangen. Man wird daher einige (4—6) Wochen nach dem Erwachen der Vegetation anfangen müssen, die Cambialzone mit Sorgfalt zu untersuchen, und so lange fortzufahren, bis man die ersten Anfänge der Harzkanäle entdeckt. Bald darauf findet man sie auf verschiedenen Stufen der Entwicklung neben einander [1]).

Die folgenden Beobachtungen sind einem am 13. Juli in den Staatsforsten Hinterbrühl gefällten Stamme entnommen. Der in diesem Jahre entstandene Holzring hatte bereits eine Mächtigkeit von 1·6 Mm. Die Frühjahrszellen waren vollständig ausgebildet. Ein allmäliger Uebergang leitete zu den Zellen hinüber, welche ihre Verdickungsschichten noch nicht vollkommen entwickelt hatten, und zu jenen, welche eben erst aus dem cambialen Zustande herausgetreten waren (Tafel XXI Fig. 11).

In dieser Zone entstehen die Harzgänge. Ihre ersten Anfänge können an Querschnitten nur mit Hilfe von Reagentien erkannt werden, weil die Querschnittsform der Harzzellen von jener der benachbarten Tracheiden anfangs gar nicht verschieden ist. Alle von dem Cambium sich abtheilenden Zellen beginnen zunächst in radialer Richtung zu wachsen, wodurch ihre anfangs rechteckige Form der quadratischen sich nähert. Zugleich erfolgt eine gleichmässige Verdickung der Wände.

Von da ab sondern sich die Zellen in zwei Gruppen, die in ihrer Weiterentwickelung einen durchaus verschiedenen Weg gehen. Die weitaus überwiegende Zahl von Zellen bildet sich zu Tracheiden um durch Anlage der secundären Verdickungsschichte, Ausbildung der Hoftüpfel und bald eintretende Verholzung der primären Membran. In kleineren Zellengruppen, welche vorher keinerlei Merkmal der Verschiedenheit darboten, bleiben aber jene Veränderungen formaler und substantieller Natur aus und statt ihrer treten andere auf. Sie werden zu Parenchymzellen, und es soll gleich bemerkt werden, dass dies die einzigen Parenchymzellen sind, welche überhaupt im Holze der Schwarzföhre vorkommen [2]). Ihre Querdimensionen stimmen mit denen der benachbarten Sclerenchymfasern überein, ihre Länge übertrifft die Breite um das vier- bis fünffache. Längenunterschiede, wie sie Dippel

[1]) Wenn man, wie oben als zweckmässig angeführt wurde, die Studien an der Stammbasis macht, müssen der Untersuchung zahlreiche Stämme zum Opfer fallen, die nicht immer zur Verfügung stehen dürften. Ich befand mich in der günstigen Lage, über ein ausserordentlich reiches Untersuchungsmaterial verfügen zu können, weil die k. k. forstliche Versuchsleitung zum Zwecke der Derbholz- und Formzahlbestimmungen einige tausend Stämme fällen liess. Ueberdies standen mir jüngere Pflanzen aus dem Mariabrunnergarten in unbeschränkter Zahl zu Gebote, von denen ich in passend erachteten Zeiträumen vom Monate April angefangen Exemplare ausheben liess.

[2]) Ausgenommen die localen Anhäufungen von Parenchymzellen (Zellgänge Hartigs, Markflecken Nördlingers, Markwiederholungen von Rossmässler), die ich aber nicht als Erweiterung der Markstrahlen auffassen kann. Sie kommen an jeder Stelle des Jahrringes vor, sind durch ihre höchst unregelmässigen Formen, starke Verdickung und grobe Tüpfelung ausgezeichnet (Tafel XXII Fig. 19). Ihre periphere Ausdehnung erstreckt sich selten über einige Millimeter, und auch in senkrechter Richtung sind sie nicht weit zu verfolgen. Die Markstrahlen, welche sie durchkreuzen, ändern die Gestalt ihrer Zellen zu Gunsten der abnormen Formation ab.

bei den Harzzellengruppen der Tanne beschrieben hat, kommen nicht vor, eben so wenig Unterschiede zwischen inneren und äusseren Zellen. Ihre Wände bleiben dünnwandig und immer frei von jeder Art von Poren oder Tüpfeln. Die einzige Differenzirung von Schichten besteht darin, dass in den überdauernden Zellen die Primärmembran verholzt und dadurch von der secundären Verdickungsschichte unterscheidbar wird.

Der radiale Längsschnitt (Tafel XXI Fig. 12) zeigt einen solchen Parenchymstrang zwischen Cambium einer- und jungen Tracheiden anderseits.

Die Parenchymzellen aus einem älteren Harzgange in der Stammbasis einer fünfjährigen Kiefer sind in Tafel XXII Fig. 17 dargestellt, wie sie zufällig durch zarte Schnittführung isolirt wurden. Kaum entstanden, beginnt schon die rückschreitende Metamorphose in einem Theile dieser Parenchymzellen. Noch ehe die Trennung der Primärmembranen in den benachbarten Tracheiden nachweisbar ist, vor der vollendeten Ausbildung der Tüpfel zeigt sich schon eine auffallende Verschiedenheit in der chemischen Zusammensetzung der Tracheiden und der Parenchymzellen. Jene werden durch Anilin rasch und intensiv geröthet, schwefelsaures Anilin färbt sie gelb und Chlorzinkjod färbt sie violett. Die Parenchymzellen bleiben unter Einwirkung von schwefelsaurem Anilin farblos, Anilin nehmen sie nur schwer und in geringer Menge auf, Chlorzinkjod bringt sie unter Violettfärbung zur beträchtlichen Quellung.

Der Theil eines Querschnittes durch den dreijährigen Trieb einer siebenjährigen Pflanze am 3. Juli erläutert einige der angeführten Thatsachen vortrefflich (Tafel XXIII Fig. 22). Die Zellen, welche später der Verharzung unterliegen, sind durch ihre Form von den gleichalterigen Nachbarzellen nicht zu unterscheiden, wohl aber durch ihr Verhalten zu Anilin. Sie haben diesen Farbstoff eben so wenig angenommen wie die Zellen des Cambium und die jüngsten Holzzellen. Die Zellen, welche in der Figur durch Harztropfen bedeckt sind, erwiesen sich nach Lösung des Harzes in Alkohol zum Theile zerstört; sie sind nach innen geöffnet.

Durch diese Reactionen sind die zur Bildung eines Harzganges prädestinirten Zellengruppen auch auf Querschnitten zu unterscheiden. Bald darauf bedarf es hiezu der mikrochemischen Hilfsmittel nicht mehr. Während die Tracheiden sich weiter entwickeln und mit ihren derben Wänden festgefügte Reihen bilden, werden die an sich schon zarten Parenchymmembranen immer weicher, verschieben sich gegen einander, falten sich und bekommen so unregelmässige Conturen; aber einen Intercellulargang habe ich nie entstehen gesehen. Unterdessen macht auch die chemische Umsetzung der Substanz rapide Fortschritte; einzelne Zellen schwinden aus dem Complexe. Dabei ist sehr merkwürdig, dass die Metamorphose der Membranen mit der Altersfolge der Zellen, nicht parallel geht. Es sind immer die innersten Zellen einer Gruppe, welche zuerst zerstört werden, und mitunter entstehen auf diese Art Gänge, die von scheinbar wohl erhaltenen, d. h. ohne Zuhilfenahme von Reagentien kaum noch als verändert erscheinenden Zellen, umgeben sind. Einen solchen Gang stellt Tafel XXI Fig. 11 dar. Die Zellen, welche ihn vor Kurzem noch ausfüllten, sind vollkommen geschwunden. Solche Bilder würden für eine schizogene Entstehung der Harzgänge zu deuten sein, wenn nicht der Harzgang h_2 in derselben Figur und h in Tafel XXI Fig. 10 seine Entstehung durch Lösung von Zellen, erläutern würden. h_2 in Tafel XXI Fig. 11 zeigt, wie die Zellen an ihren Berührungsflächen auseinander weichen und einen glattrandigen Kanal bilden können, während in Tafel XXI Fig. 10 die Reste der Zellen als kurze, in das Lumen ragende Stümpfe noch kenntlich sind. Die einzelnen Phasen der Metamorphose, soweit sie sich auf den Chemismus bezieht, näher zu verfolgen, ist bei unseren dürftigen

Kenntnissen über den Chemismus der Zellen überhaupt und bei den dürftigen Hilfsmitteln der Mikrochemie zur Zeit unmöglich. Es müssen tief greifende und energische Veränderungen sein, welche in kurzer Zeit den Celluloseleib der Zellen in Harz verwandeln; aber es gelingt nicht, die Zwischenglieder zu kennzeichnen. So lange überhaupt noch Spuren von Membranen vorhanden sind, reagiren sie auf Zellstoff; sind die Zellen zerstört, so findet man an ihrer Stelle neben spärlichen Protoplasmaresten harzige Substanzen. Besser sind die Veränderungen der Form zu verfolgen. Die Zellenwände vermehren ihr Volumen auf Kosten der Dichte, denn sie werden im hohen Grade durchsichtig und blass, bis sie ohne Zuhilfenahme von färbenden Substanzen ganz unsichtbar werden. An solchen Zellen kann man noch durch Chlorzinkjod eine dünne kleisterartige Massè im Zusammenhang mit der Zellwand und in die weniger veränderten Theile derselben allmälig übergehend, nachweisen.

Der nicht seltene Fund loser Zellen im Harzgange scheint dafür zu sprechen, dass die Zwischensubstanz der Zellen zuerst angegriffen wird, dass also die Metamorphose centripetal fortschreitet. Auch bei der Behandlung mit Chlorzinkjod nimmt die Intensität der Färbung nach aussen ab. Anderseits findet man aber häufig Zellen im Verbande mit ihren Nachbarn, und nur ihre gegen das Lumen gekehrten Membrantheile sind zerstört. Bei älteren Harzgängen ist dies sogar der regelmässige Befund.

In Tafel XXII Fig. 15 ist der Tangentialschnitt durch einen sehr jungen, unmittelbar an das Cambium grenzenden Harzgang abgebildet. Der Gang, dessen linke Seite weggefallen ist, erscheint von einer unversehrten Parenchymschichte p_1 ausgekleidet. Die sie begrenzenden Parenchymzellen haben ihre Membranen zum Theile eingebüsst.

Mit der ungemein rasch eintretenden Destruction der Parenchymzellen vor vollendeter Ausbildung der Tracheiden contrastirt auffallend die sehr verlangsamte weitere Ausbildung des Harzganges. So wie die Cambiumzellen zum Holze übertreten, beginnt die Zerstörung der Parenchymzellen. Man findet im jüngsten Holze niemals eine unversehrte Harzzellengruppe; dagegen bieten von da ab die Harzgänge Jahre hindurch ein wenig verändertes Bild.

Ein Harzgang der letzt verflossenen Vegetationsperiode zeigt einen centralen Hohlraum, der keine eigenen Wände besitzt, der vielmehr unregelmässig umgrenzt wird von Zellen, die durch ihre verzogene Gestalt und durch dünnere Membranen von den umgrenzenden Tracheiden auf den ersten Blick verschieden sind, sich von ihnen weiterhin auch durch den Mangel der Schichtung und jeglichen Reliefs unterscheiden (Tafel XXII Fig. 13 und 16). Die an den Hohlraum grenzenden Membranen sind häufig zerrissen, so dass der Innenraum der Zellen mit dem Harzgange communicirt (Tafel XXIII Fig. 23, 24), in selteneren Fällen (Tafel XXII Fig. 13) sind die Randzellen geschlossen, wohl nur zum Theile, wie die Längsschnitte durch den Harzgang lehren.

In dem durch den Längsschnitt eröffneten Harzgange (Tafel XXII Fig. 14) zeigt sich der Inhalt hauptsächlich aus farblosen, scholligen Massen bestehend, nebenher Tropfen verschiedener Grösse und eine feinkörnige Substanz. Die letztere besteht aus Eiweisskörpern (Protoplasmaresten). Salpetersäure, Jodlösung färbt sie gelb, Zucker und Schwefelsäure roth. Die Tröpfchen und Schollen sind ätherisches Oel und Harz. Wässerige Jodlösung färbt sie intensiv citronengelb; in kaltem Alkohol lösen sie sich sofort und spurlos. Legt man Schnitte, nachdem sie durch Alkohol extrahirt worden waren, in Chlorzinkjod, so bemerkt man neben den gelb gefärbten Protoplasmamassen violett gefärbte Reste von Zellmembranen, die vorher wegen ihrer Zartheit und Farblosigkeit der Beobachtung sich entzogen hatten. Durch dieses Reagens erkennt man auch (Tafel XXIII Fig. 21), dass die Primärmembranen der Harzzellen

verholzen, dass sie aber im Verlaufe der Metamorphose, wenn auch vielleicht nicht auf Cellulose zurückgeführt werden, doch eine chemische Umwandlung erfahren, vermöge welcher sie mikrochemisch auf Zellstoff reagiren.

Der Inhalt der Harzgänge und Zellen wechselt übrigens nach der Jahreszeit und nach ihrer Entwicklungsphase. In den jüngsten und den noch uneröffneten Randzellen ist Protoplasma der ausschliessliche, wenigstens durch Reagentien allein nachweisbare Inhalt. Zu ihm gesellt sich sehr bald das Product der metamorphosirten Zellwand in Form von Tröpfchen. Sie bestehen ursprünglich wohl aus ätherischem Oel und confluiren häufig zu grösseren Tropfen, als welche sie frei im Harzgange liegen oder die Wand desselben belegen. Indem sie verharzen, legen sich die Tröpfchen an einander ohne zusammenzufliessen, platten sich gegenseitig ab und erscheinen dann als schollige Massen, die gleichwohl an ihrem Lichtbrechungsvermögen und an ihrem Verhalten zu Lösungsmitteln als Harz zu erkennen sind.

Da in Zellen mit beträchtlich arrodirten Wänden und selbst in alten Harzgängen noch Protoplasmareste angetroffen werden, scheint es mir wahrscheinlich, dass Protoplasma als Material für die Harzbildung bedeutungslos ist.

Neben diesen constanten Inhaltsstoffen der Harzgänge tritt in ihnen zur Zeit der ruhenden Vegetation noch Stärke auf. In Tafel XXIII Fig. 23 ist ein Harzgang im Herbstholze des vorjährigen Triebes im Monate März abgebildet. Der Schnitt befindet sich in alkoholischer Jodlösung, der harzige Inhalt ist gelöst, Stärke und Protoplasma erhalten. Auch in den Zellen des Harzganges einer jungen Wurzel am 30. März (Tafel XXII Fig. 13) befinden sich Stärkeeinschlüsse.

Das Vorkommen von Amylum in den Harzgängen liefert den unumstösslichen Beweis, dass die Zellen, ebenso wie die Markstrahlzellen, als Reservestoffbehälter dienen, so lange sie der Verharzung nicht anheimfallen. Sie dienen also noch vitalen Functionen.

Während der Vegetationsperiode verschwindet die Stärke in den Harzgängen wie in den anderen Reservestoffbehältern, und es liegt am nächsten, anzunehmen, dass die Stärke ihrer Aufgabe, als Baumaterial für neue Zellen zu dienen, zugeführt werde. Die Möglichkeit dieser Annahme auch für die im Winter Stärke führenden Harzzellen hat Dippel zugestanden, zugleich aber behauptet, dass ein Theil der Stärke während der Vegetationszeit in flüssiges Oel verwandelt wird, welches die Zellwände diffundirt, später verharzt und in den Harzgängen abgelagert wird. Die Zerstörung der den Harzgang constituirender Zellen hält er für einen secundären Process, und die Hauptmasse des Harzes entsteht nach ihm nicht aus den Zellwänden, sondern aus Stärke.

Nach dieser Erklärungsweise erhält man alljährlich neues Material für die Harzbildung, was besonders für die harzreichen Bäume wichtig ist, bei denen das Missverhältniss zwischen der Menge des producirten Harzes und den zerstörten Zellmembranen augenfällig ist. Es darf aber bei der Werthschätzung dieser Hypothese, die doch wesentlich auf einer theoretischen Deduction beruht und ihre Stütze in der einzigen Thatsache findet, dass an dem Orte, wo früher Stärke war, sich später Harz befindet, nicht übersehen werden, dass die Umwandlung der Stärke in Harz bisher in keiner Phase gesehen wurde, dieselbe vielmehr ganz unvermittelt in ihren Endgliedern zur Anschauung kommt.

Dagegen ist die allmälige Zerstörung der Zellmembranen in den Harzgängen der Beobachtung direct zugänglich, und für die Harzgänge der Schwarzkiefer stelle ich die Entstehung des Harzes aus Zellwänden in den Vordergrund. Wie könnte man sonst das Auftreten des Harzes in den jüngsten, eben aus dem Cambium differenzirten Harzgängen

verstehen, wie die Coincidenz der zerstörten Parenchymzellen deuten? Wir kennen die Stärke nur in geformtem Zustande und zur Zeit der ersten Anlage der Harzgänge ist sie weder im Cambium noch in seinen Abkömmlingen vorhanden. Man wäre genöthigt anzunehmen, dass dasselbe Bildungsmaterial Zellhäute und ätherisches Oel producirt, und dass das letztere eine destruirende Wirkung auf erstere äussere. Der Widersinn in dieser Anschauungsweise liegt auf der Hand. Natürlicher ist die Annahme, dass die Parenchymzellengruppe, welche zum Harzgange umgestaltet werden soll, ihrem Ziele dadurch ehemöglichst zugeführt wird, dass ihre Elemente der rückschreitenden Metamorphose bald nach ihrer Entstehung unterliegen und an Analogien für ephemere Organe und Gewebe fehlt es nicht.

Dagegen muss ich gleich hier meiner Ansicht Ausdruck geben, dass die weitaus überwiegende Menge des Harzes, welches in der Schwarzkiefer unter physiologischen Verhältnissen gebildet wird, sowie desjenigen, welches in geharzten Stämmen luxuriirend entsteht, nicht auf Kosten der Zellmembranen gestellt werden kann. Ich werde später, wenn ich vom Auftreten des Harzes ausserhalb der Harzgänge berichten werde, auf diesen Punkt ausführlicher zurückzukommen haben.

Von da ab nimmt die Entwickelung des Harzganges, d. h. die Zerstörung der Parenchymzellen einen sehr schleppenden Verlauf, welcher mit der anfänglichen Beschleunigung auffallend contrastirt. Bis in das höchste Alter findet man noch Parenchymzellen als theilweise Auskleidung der Kanäle. Da die angrenzenden Tracheiden nicht, wie sonst gewöhnlich die Elemente in der Umgebung von Harzgängen, in ihrer Form oder Ausbildung beeinflusst werden, sondern ihre polygonale Querschnittsform und ihre radiale Anordnung beibehalten, so ragen ihre Kanten in den Harzgang vor, und dieser stellt demnach keinen glattwandigen Kanal vor, sondern mag kanellirt bezeichnet werden.

Sehr gewöhnlich verfallen nicht alle einen Harzgang constituirenden Parenchymzellen der Harzmetamorphose, der Process bleibt stehen und der Harzgang bietet dann ein vom vorigen wesentlich verschiedenes Bild. Sein Querschnitt ist fast regelmässig kreisrund. Die dem Lumen zunächst liegenden Parenchymzellen sind wie die in der Höhle selbst noch vorfindlichen Zellenreste stark arrodirt, zusammengedrückt bis zur Berührung der Wände. Auf diese folgt im Umkreise eine bis vier Zellen mächtige Schichte scheinbar unveränderter Parenchymzellen. Die Menge des angesammelten Harzes beeinträchtigt die Klarheit des Bildes. Einige Minuten langes Liegen in kaltem Alkohol genügt zur Aufhellung. Lässt man dann Chlorzinkjod einwirken, dann zeigt sich, dass die Parenchymzellen doch im Laufe der Zeit eine wesentliche Veränderung erfahren haben. Die im Jugendzustande ins violett färbende Innenauskleidung derselben ist nicht mehr vorhanden, die ganze Membran färbt sich gleichmässig gelb, in derselben Nuance wie die Primärmembranen der Tracheiden (Tafel XXIII Fig. 24). Auch Anilin nehmen sie jetzt lebhaft auf. Das Verschwinden dieser secundären Auflagerung lässt eine doppelte Deutung zu. Entweder sie verholzt wie die Primärmembran und bildet mit dieser ein weder optisch noch chemisch als Schichte unterscheidbares Ganzes, oder sie wurde im Stoffwechsel aufgebraucht. Die Art des Vorganges bei der Zerstörung der centralen Parenchymzellen, wo die Membran in toto der Verflüssigung verfällt, spricht gegen die letztere Annahme. Dagegen ist es durchaus zulässig zu glauben, dass die Verholzung der Membranen, wie so oft, vollständig wird. Damit ist zugleich ihre Betheiligung an der Harzbildung ausgeschlossen.

Ueber die Vertheilung und Menge der Harzgänge lässt sich im Allgemeinen sagen, dass sie im Frühlingsholze fehlen, im Herbstholze sowohl im inneren als im äusseren Theile

angetroffen werden, nicht selten sogar mit zu den letzt gebildeten Elementen einer Vegetationsperiode gehören. Breite Jahresringe sind in der Regel reicher an Harzgängen als schmale. Damit hängt es zum Theile gewiss zusammen, dass die ersten Jahresringe reich an Harzgängen sind, und dass diese in dem engringigen Astholze äusserst spärlich angetroffen werden. Ich sage zum Theile, denn es sind offenbar noch andere als das Wachsthum begünstigende, heute noch unbekannte, wir sagen in der Organisation liegende Momente thätig, die zur Bildung von Harzkanälen führen. Wie anders wäre der auffallende Reichthum des engringigen Wurzelholzes an Harzgängen verständlich? Man könnte auch glauben, dass nicht so sehr die Breite des Jahresringes als die des Herbstholzes auf die Entwickelung der Harzgänge von Einfluss sei. Aber in dieser Beziehung verhalten sich Ast- und Wurzelholz übereinstimmend, indem in beiden das relative Verhältniss zwischen Herbst- und Frühlingsholz zu Gunsten des ersteren steht, und doch verhalten sie sich entgegengesetzt in Beziehung auf die Menge der Harzgänge. [1])

Es bedürfte dieser extremen Beispiele nicht, um zu zeigen, dass die Bedingungen nicht zusammenfallen, welche einerseits den Holzzuwachs, anderseits die Entstehung der Harzgänge begünstigen, wie aus der oben ausgesprochenen Regel oberflächlich gefolgert werden dürfte. Es wurde schon oben angeführt, dass auch breite Jahresringe nicht selten arm an Harzgängen angetroffen werden. Schlechte Zuwachsjahre sind mitunter der Bildung von Harzgängen günstig. Trotz dieser Ausnahmen und trotzdem sie sich in manchen Fällen dermassen häufen, dass durch sie die Regel unkenntlich wird, muss doch festgehalten werden, dass die Entwickelung der Harzgänge in einer gewissen Abhängigkeit vom Jahreszuwachs steht.

Der Verlauf der Harzgänge ist durch die Richtung der Tracheiden bestimmt, mit andern Worten die Ursachen, welche die Wachsthumsrichtung der Tracheiden bestimmen, sind auch für die Parenchymzellen massgebend. Man ersieht dies am einfachsten daraus, dass die Harzgänge an Spaltflächen ohne Unterbrechung zu verfolgen sind, nicht selten schon mit unbewaffnetem Auge, immer unter der Loupe, nachdem man die Fläche mit Anilin gefärbt hat. Man erfährt auch auf diese Weise die bedeutende Länge der Harzkanäle. Ich habe sie auf grossen Spaltflächen von einer Querschnittsebene zur entgegengesetzten ziehend gesehen, und war verführt zu fragen, ob sie nicht durch die ganze Länge des Stammes (selbstverständlich zur Zeit ihrer Entwickelung) verlaufen? Die Frage kann ich nun bestimmt verneinen. Auf jeder Spaltfläche findet man neben den durchlaufenden auch endigende Harzgänge. Da diese aber möglicherweise geknickt sein können, sind sie nicht beweisend. Auch durch Schnitte kann man sich die Ueberzeugung von den natürlichen Enden der Harzgänge nicht verschaffen, weil der Schnitt dem Verlaufe des Kanals nicht zu folgen vermag. Der Kanal ist wohl häufig durch die ganze Länge eines mehr als Centimeter langen mikroskopischen Schnittes zu verfolgen, oder er ist an einem oder auch an beiden Enden abgeschlossen; aber man erkennt deutlich, dass der Abschluss nur durch eine geänderte Richtung des Verlaufes, sei es des Schnittes oder des Kanales, vorgetäuscht wird, oder der Kanal stösst auf einen Markstrahl, und scheint einen Abschluss zu finden, indem er sich nicht in verticaler Richtung verlängert, sondern den Markstrahl minirt, oder endlich er übersetzt den Markstrahl und verbreitet sich zugleich über ihn (Tafel XXII Fig. 14, 16, 18).

[1]) Diese Beziehungen sind eingehend erörtert in der folgenden Abhandlung: „Zur Anatomie der Schwarzföhre“ von W. Riegler.

Durch solche Befunde wird es nur wahrscheinlich gemacht, dass die Harzgänge endlich begrenzt sind. Volle Sicherheit erhält man aus der Thatsache, die ich auf Grundlage folgender theoretischen Betrachtung fand.

An überständigen Stämmen ist der Zuwachs sehr gering. Verfolgt man einen der jüngeren Jahresringe von der Basis bis in die Krone, so nimmt seine Breite stetig zu. In den engen Jahrringen der Stammbasis ist oft auf weiten Strecken kein Harzgang zu entdecken, während die Gipfelsprossen sich ähnlich wie junge Pflanzen verhalten und reich an Harzgängen sind. Es müssen daher die hier entstandenen Harzgänge irgendwo ihren Lauf nach abwärts beschliessen. In der That findet man in günstigen Harzjahren die Wipfeltheile reich an Harzgängen und eine stetige Verminderung derselben, je mehr man sich der Basis nähert.

Eine unmittelbare Verbindung der Harzgänge unter einander kommt nicht vor, und da sie sich auch über die durch die ursprüngliche Anlage gegebenen Dimensionen nicht vergrössern, so wäre eine Communication derselben nicht möglich, wenn die Markstrahlen nicht eine solche vermitteln würden. Es bedarf wieder nur eines Blickes auf eine radiale Spaltfläche; jeder Längsschnitt lehrt, dass die langen Harzkanäle sich mit zahlreichen Markstrahlen kreuzen. Die in letzteren selbständig sich entwickelnden Harzgänge, sowie die consective Verharzung ihrer Elemente vermitteln ein System der Canalisation, welches trotz seiner Einfachheit geradezu alle Harzgänge mit einander verbindet und eine Entleerung derselben unter bestimmten Bedingungen durch zahlreiche horizontale Auslaufröhren (alle Markstrahlen münden peripher) ermöglicht.

Ich habe schon oben flüchtig erwähnt, dass die einen Harzgang umgebenden Tracheiden in die Harzmetamorphose nicht mit einbezogen werden. Selbst da, wo alle oder doch die meisten Parenchymzellen verharzt sind, zeigen die Tracheiden unveränderte Conturen, keine Arrosion ihrer äusseren, von Harz umspülten Membrantheile. Diese Erscheinung an sich widerstreitet der Annahme, dass die Membranen der Tracheiden das Material für die Harzbildung liefern. Nun ist aber allgemein bekannt, dass die Kernbildung in der Schwarzföhre zum nicht geringen Theile auf Rechnung der Verharzung zu setzen ist, und ein Schnitt aus dem Kernholze zeigt alle Elemente erfüllt von Harz und die Membranen damit imprägnirt. Woher rührt dieses Harz?

Schon in den allerjüngsten Jahresschichten findet man an Querschnitten Nester von Tracheiden, vorzüglich in der Umgebung der Harzgänge, aber auch entfernt und unabhängig von ihnen, welche von wasserhellem, ätherischem Oele erfüllt sind. Hier wo die harzführenden Elemente in der Minderzahl sind, könnten Zweifel entstehen, ob die Flüssigkeit an dem Orte angetroffen wird, den sie vorher eingenommen hatte, ob sie nicht etwa aus den Harzgängen herausgeflossen und über den Schnitt vertheilt worden sei. Ich war darauf bedacht, ein Mittel ausfindig zu machen, um diese Zweifel zu zerstreuen, und suchte das Harz zu verseifen und dadurch zu fixiren. Ich brachte grössere Stücke des Holzes in verschiedene alkalische Lösungen, erwärmte sie zum Theil gelinde (erhitzt durften sie nicht werden wegen der sonst unvermeidlichen, beträchtlichen Locomotion des schmelzenden Inhaltes), liess sie durch einige Wochen in der Kälte stehen — der Erfolg war ein geringer. Die Schnitte, in fettem Oele untersucht, liessen wohl dieselbe Vertheilung des Zellinhaltes erkennen, aber seine Löslichkeitsverhältnisse thaten nicht mit Bestimmtheit dar, dass die Verseifung geglückt war.

Je ältere Jahresringe man untersucht, desto reichlicher findet man das Harz in den Zellen, und in dem Kernholze ist kaum ein Element frei von demselben, wenn es auch

häufig, namentlich in dem weitlumigen Frühlingsholze, nur einen dünnen Wandbeleg bildet. Sehr viele Tracheiden und Markstrahlzellen sind aber vollkommen erfüllt von dem nunmehr hellgelb gefärbten, flüssigen Harze. Das Kernholz ist bekanntlich nicht allein durch seine abgeänderte Farbe (die Frühlingslagen sind rothbraun, das Herbstholz entschieden roth gefärbt), sondern auch durch veränderte physikalische Eigenschaften ausgezeichnet. So ist es namentlich ungleich härter, dichter und spröde geworden. Die Ansicht geglätteter Schnittflächen und mehr noch der splitterigen Spaltflächen weist darauf hin, dass auch die Substanz der Zellen von Harz imprägnirt sein müsse, und doch gelingt der mikroskopische Nachweis dieser Metamorphose kaum.

Farbenunterschiede, im durchfallenden Lichte von der Dicke des Schnittes mehr beeinflusst als von der Natur des Objectes, sind nicht zu verwerthen. Die Membranen sind vollkommen unversehrt, die Primärmembranen scharf abgegrenzt, die innerste Auskleidung glatt. Chlorzinkjod färbt jene gelb, diese blass-violett, weniger intensiv und langsamer bei unbedeutender Quellung als die Membranen des Splintholzes.

Die Verharzung der Membranen kann man sich in doppelter Weise vorstellen. Entweder es werden bestimmte Moleküle, seien es Cellulose, Xylogen oder dergleichen Moleküle, direct in Harz verwandelt, oder das Harz lagert sich zwischen die Moleküle, vielleicht mit Verdrängung ihrer Wasserhüllen, aber ohne sie selbst zu verändern.

Im ersten Falle, wenn Membrantheile die Harzmetamorphose erleiden, muss durch Extraction des Harzes die Membran an Molekülen ärmer werden. Diese Verarmung an Molekülen könnte durch Schrumpfung der Membran manifestirt werden. Wir könnten uns vorstellen, dass die physikalischen Eigenschaften der übrigbleibenden Moleküle nicht alterirt worden seien, dass diese einander genähert wurden in Folge des Ausfallens der früher zwischen sie gelagerten Moleküle. Wir sind auch durch nichts zu der Annahme berechtigt, dass die Molecularattraction zwischen den unveränderten Molekülen zu wirken aufgehört habe, und doch beweist das Ausbleiben der Schrumpfungserscheinungen nach Extraction des Harzes nicht, dass die Zellwand von der Harzmetamorphose ausgeschlossen sein müsse; denn aus Formelementen können mancherlei Bestandtheile extrahirt werden (Granulose aus Stärkekörnern, Holzstoff aus allen verholzten Zellen u. dgl. m.), ohne eine merkliche Verminderung ihres Volumens zu erfahren. Es können andere Veränderungen im molekularen Bau einen räumlichen Ausgleich herbeigeführt haben, ja wir kennen sogar Beispiele, dass durch das Extractionsmittel eine Raumvermehrung (Quellung) eintritt. So lange uns der Einblick in die näheren Ursachen dieser Erscheinungen verschlossen ist, sind wir nicht berechtigt, das Ausbleiben der Schrumpfung bei der Extraction des Harzes aus Membranen so auszulegen, dass feste Bestandtheile der Zellwand nicht entfernt worden sein könnten, so wenig ein positives Ergebniss (Auftreten der Schrumpfung) zur gegentheiligen Deutung bemüssigen würde.

Wenn man harzreiche Schnitte (aus dem Kernholze) auf dem Objectträger der Einwirkung von absolutem Alkohol aussetzt, erfolgt rasche Lösung der in den Zellen angesammelten Harzmassen. Die Zellwände bleiben anscheinend unverändert. Die sorgfältigsten Messungen unter starken Vergrösserungen lassen keine Veränderung in den Dimensionen wahrnehmen. Legt man nun die Schnitte in einen Tropfen Chlorzinkjod, so erfolgt die bekannte Färbung der einzelnen Membrantheile lebhaft und rasch unter namhafter Quellung der inneren Schichten, die sich im beengten Raume falten und wulstig in das Lumen ragen (Tafel XXIII Fig. 24), genau so als hätte man die Reaction an einem Splintholzpräparate geübt.

Dass die Erscheinungen der Chlorzinkjodreaction in harzreichen Membranen in geringem Grade und sehr verspätet auftreten, könnte damit erklärt werden, dass die interstitiellen Harzhüllen dem Eindringen des Reagens Widerstand leisten, aber eben so gut dadurch, dass die (stellvertretenden) Harzmoleküle auf das Ausdehnungsstreben der benachbarten unverharzten Moleküle hemmend wirken. Bedenkt man aber, dass nach der zweiten Erklärungsweise die Reaction unter allen Umständen weniger markant auftreten müsste, weil die Zahl jener Moleküle, welche durch Chlorzinkjod merkbar beeinflusst werden, bedeutend verringert ist; berücksichtigt man weiter das Verhalten in absolutem Alkohol, so gewinnt die Vermuthung an Raum, dass keinerlei feste Theile der Zellhaut in Harz verwandelt worden seien. [1]) Vielmehr erscheint die Vorstellung als berechtigt, nach welcher die Verharzung in der Weise vor sich geht, dass das die Moleküle der lebenden Zellwand umspülende Wasser durch Harz ersetzt wird.

Es ist für uns irrelevant, mag übrigens vorläufig kaum zu entscheiden sein, in welcher Form das Wasser in den Zellhäuten vertheilt ist, ob eine wirkliche Verdrängung des Wassers stattfindet, oder ob das Harz zwischen die aus anderen Ursachen ihrer Wasserhüllen bereits beraubten Moleküle tritt.

Immerhin können wir uns denken, dass durch das eindringende Harz die molekularen Kräfte keinerlei Störung erfahren, dass dasselbe das Wasser vollkommen substituirt. Dieser Gedanke scheint mir durchaus natürlich, da die Molekulartheorie auf den Gegensatz fester und flüssiger Moleküle aufgebaut ist, und sowie die festen Moleküle unbeschadet ihrer chemischen Zusammensetzung identische molekulare Wirkungen äussern, so mögen auch andere Flüssigkeiten an Stelle des Wassers fungiren.

Wird dieses zugegeben, dann ergibt sich unmittelbar, dass durch Lösung des zwischen den Molekülen eingelagerten Harzes jene keine Umlagerung erleiden, dass die aus ihnen aufgebaute Membran einfach ihrem Jugendzustand näher gerückt wird.

Eine hypothetische Erklärung der näheren Vorgänge bei der Verharzung des Holzes mag vielleicht als überflüssig erachtet werden. Schädlich ist sie gewiss nicht, so lange man ihre hypothetische Natur im Auge behält, und sie scheint mir sogar zweckmässiger, als wollte man in der nackten Thatsache Genüge finden. Als Thatsache muss ich aber hinstellen, dass lebende Holzzellen für Harze undurchdringlich sind. Die Zellen des Splintholzes sind zu Zeiten mit ätherischem Oele erfüllt, ihre Membranen zeigen aber keine Spur von Verharzung. Es müssen Veränderungen in der Constitution der Zellenwände eintreten, sollen diese von ätherischem Oele imprägnirt werden. Da wir aber die Verharzung überall Platz greifen sehen, wo die Lebensthätigkeit gestört oder vernichtet ist, so müssen jene Veränderungen als pathologische bezeichnet werden.

Sind nun die Zellmembranen, mit Ausschluss der oben erwähnten Fälle, an der Bildung des Harzes nicht betheiligt, bleibt nichts übrig, als das Harz aus dem Zellinhalte entstehen zu lassen. Wir finden das Harz in Zellen, von welchen wir sicher wissen, dass sie als Reservestoff-

[1]) Man könnte mir den Einwand machen, dass die mikrochemischen Reagentien viel zu unbeständig in ihrer Wirkung überhaupt und im Ausmasse ihrer Wirkung seien, als dass man, gestützt auf dieselben, einen so folgenschweren Schluss ziehen dürfte. Ich will auch nicht für die Unfehlbarkeit meiner Deduction eintreten, aber ich würde es für ein Unrecht halten, eine nach hundertfachen Beobachtungen constant auftretende Erscheinung unberücksichtigt zu lassen, weil derselben möglicherweise andere unbekannte und unergründliche Ursachen zu Grunde liegen.

behälter dienen, aber auch in solchen, welche ausserhalb der vitalen Functionen stehen. In jenen ist das Harz blos Zellinhalt, in diesen erfüllt es auch die intramolekularen Räume.

Nur in jenen entsteht aus Reservestoffen das ätherische Oel (Harz) welches wir in so grossen Mengen in den abgestorbenen Theilen des Stammes finden, und welches bei Verwundungen des Stammes sich entleert. Auf welchem Wege gelangt aber das ätherische Oel in die verharzenden Theile oder nach aussen, da doch die lebenden Zellwände für dasselbe impermeabel sind? Ein Durchtritt durch die Hoftüpfel ist nicht möglich, seitdem Sanio ihre Verschlussmembranen gezeigt hat. Aber es gibt nur wenige Tracheiden, welche nicht an irgend einer Stelle mittelst Lochtüpfel mit einer Markstrahlzelle in Verbindung ständen, und für diese Art von Tüpfeln habe ich bereits in meinen „Beiträgen zur vergleichenden Anatomie des Holzes“ sowohl das Vorhandensein, als auch die Resorption der Membranen angegeben. Durch diese stehen alle Elemente des Stammes in offener Communication, wie man wohl ohne Uebertreibung sagen kann, und so wird die Menge des Harzes verständlich, die aus Wunden strömt, eine Menge, wie sie unmöglich allein aus den thatsächlich verletzten Zellen hergeleitet werden könnte.

So lange die Zellen leben, beschränkt sich der Strom des ätherischen Oeles nur innerhalb der Lumina; mit dem Tode der Zellen erst werden auch ihre Wände durchdringbar. Niemals findet man deshalb im lebenden Splintholze verharzte Membranen. Das in ihm entstandene und alljährlich wieder entstehende ätherische Oel durchsickert das wasserarme Kernholz, dessen Masse sich stetig vergrössert, welches geradezu als Lagerstätte des Harzes bezeichnet werden kann.

Einige bekannte Erscheinungen, die man bisher durch verschiedene Hypothesen zu erklären versucht hat oder die gänzlich unverstanden blieben, lassen nunmehr eine ungezwungene Deutung zu.

An gefällten Stämmen sieht man bald die blossgelegten Holzflächen auch im Splinte von Harz imprägnirt. Die Verharzung dringt immer tiefer, in dem Masse, als das Holz trocknet, und schliesslich ist der Stamm durchaus verharzt. Durch Verdunstung des ätherischen Oeles ist diese Erscheinung nicht zu erklären, obwohl diese gewiss auch stattfindet. Vielmehr erhält das Holz dadurch die harzige Beschaffenheit, dass das vorher im Lumen eingeschlossene ätherische Oel nunmehr die Zellwände durchdringt, [1]) und wahrscheinlich wird auch ein Theil des im Kernholz aufgespeicherten Harzes wieder an die Peripherie abgegeben, wie ich aus dem Umstande schliessen möchte, dass die Kernholzgrenze undeutlich wird, und dass die Verharzung weniger augenfällig ist an Stämmen, welche noch kein Kernholz gebildet hatten, oder an den vom Kern abgelösten Splintholzstücken.

An den zum Zwecke der Harzgewinnung angeplätzten Stämmen verharzt der mit der entblössten Stelle correspondirende Sector des Stammes, während die angrenzenden Theile des Holzes die Eigenschaften des Splintes beibehalten. Der Durchtritt des Harzes kann als Ursache der Verharzung nicht angesehen werden, weil das Erfülltsein oder die Passage keinen Unterschied begründen kann und zahlreiche harzerfüllte Zellen nicht verharzt sind. Durch die Ablösung der Rinde wird aber der zugehörige Theil des Holzes getödtet und damit wird die Filtration des ätherischen Oeles erst ermöglicht. Die angeplätzten Stellen liefern nur in der laufenden Vegetationsperiode reichlich Harz, schon im folgenden Jahre sinkt die Ergiebigkeit auf ein Minimum. Offenbar weil in dem abgestorbenen Gewebe

[1]) Darauf beruht auch die Verharzung von Trockenästen.

keine Reservestoffe, kein Bildungsmaterial mehr abgelagert wird, dasselbe daher auf den Zufluss von entfernteren Bezirken angewiesen ist, welcher überdies durch die inzwischen eingetretene Verharzung der Membranen erschwert wurde.

Es ist unleugbar, dass die Harzproduction durch das Harzen der Bäume gesteigert wird; denn nicht selten liefern Bäume 50 Kgr. und mehr Harz und sind dann noch harzreicher als gleichalterige, nicht geharzte Nachbarn. Ich lege mir diese Erscheinung so zurecht, dass ich mir die gesetzte Wunde als Reiz wirksam denke, der einen vermehrten Zufluss von Bildungsmaterial veranlasst, und stütze mich dabei auf die Analogie beim Wiederersatz verloren gegangener Gewebe, bei der Narbenbildung. Es darf dabei nicht übersehen werden, dass der Reiz sich alljährlich wiederholt, dass er von dem vorausgegangenen durch eine Periode der Ruhe getrennt ist, und dass der in der Gesammtheit so beträchtliche Ueberschuss an Harzproduction die Summe der in einer langen Reihe von Jahren erzielten kleineren und wohl begreifbaren Ueberschüsse darstellt.

Die Harzproduction steigert sich in den ersten Jahren bis etwa gegen die Mitte der Harzungsperiode und sinkt allmälig gegen das Ende derselben. Ich weiss nicht, ob diese bei der österreichischen Methode der Harzung gewonnene Erfahrung auch für andere Harzungsverfahren giltig ist. Es dürfte nicht der Fall sein, wenn meine Vermuthung über die Ursache derselben richtig ist. Die Harzausbeute eines Jahres summirt sich aus zwei Portionen. Die eine besteht aus dem im Holze bereits gebildeten Harze, welches sofort nach dem Anplätzen auszufliessen beginnt, und die andere wird erst im Laufe der Vegetationsperiode gebildet; bezeichnen wir dieses als periodisches, jenes als Reserveharz. In den ersten acht bis zehn Jahren der Harzung werden nahezu gleich mächtige Stammtheile angeplätzt, die Gebiete, aus denen Reserveharz strömen kann, werden stetig vermehrt, und das periodische Harz erfährt bei dem sichtlich ungestörten Gedeihen des Baumes keine Abnahme. Gelangt man später mit dem Anplätzen in die schmächtigeren Regionen des Stammes, in denen das Kernholz weniger oder noch gar nicht ausgebildet ist, und an denen die Plätzfläche naturgemäss kleiner sein muss, so nimmt die Menge des Reserveharzes ab, und auch die Neubildung mag schon merklich eingeschränkt sein, da man, ohne inconsequent zu sein, zugeben muss, dass Verletzungen bestimmten Grades Störungen des Allgemeinbefindens hervorrufen, während dieselben Verletzungen geringeren Grades wohl locale Reactionen veranlassen, aber den Organismus nicht weiter in Mitleidenschaft ziehen.

Dass das aus hoch gelegenen Plätzstellen gewonnene Harz zum grösseren Theile aus periodischem, zum geringeren Antheile aus Reserveharz besteht, scheint mir auch die der Erfahrung entnommene Thatsache zu bestätigen, dass das gegen Ende der Harzungsperiode gewonnene Product zwar quantitativ gering, qualitativ aber werthvoller, d. i. reicher an Terpentinöl ist, und dies selbst dann noch, wenn das Harz nach der österreichischen Methode am Grunde des Stammes aufgefangen wird, nachdem es auf dem nicht selten 10 Meter langen Wege gewiss einen nennenswerthen Theil des ätherischen Oeles durch Verdunstung verloren hat. Es wären durch nichts begründete Hypothesen, wollte man annehmen, dass durch den lange fortgesetzten Insult, und ebenso, dass in den oberen Stammtheilen oder selbst in der Krone das Assimilationsprodukt verändert würde. Wenn wir doch thatsächlich aus jüngeren Theilen ein an flüssigen Bestandtheilen reicheres Harz gewinnen, so ist der Grund dafür, dass in jenen das ätherische Oel gewissermassen in statu nascenti enthalten ist, während es in älteren Stammtheilen normal verharzt. Ich habe schon oben des wasserhellen ätherischen Oeles im Splintholze und des gelben Harzes im Kernholze erwähnt.

An den Stirnflächen frisch gefällter Stämme tritt das Harz alsbald in Tröpfchen aus, und nach einigen Stunden erscheint die Splintlage von einer continuirlichen Harzlage bedeckt, so dass es den Anschein hat, als wäre der Splint harzreicher als der Kern. Zu demselben Trugschluss kann man gelangen, wenn man einige Zeit im Walde lagernde Klötze oder die in Sammlungen vorhandenen Querscheiben alter Stämme betrachtet, deren Splintzone in der Regel von einer Harzkruste bedeckt ist. Durch Wegschneiden eines dünnen Scheibchens überzeugt man sich jedoch, dass der Harzreichthum des Splintes nur scheinbar ist, da er schon in der Tiefe von Bruchtheilen eines Millimeters aufhört. Weil aber das Harz im Splintholze sehr dünnflüssig ist, so tritt es leicht aus den durch den Schnitt eröffneten Harzgängen und Tracheiden aus, während das zähflüssige und in den Zellwänden abgelagerte Harz im Kernholze einer Locomotion grösseren Widerstand entgegensetzt.

Fragen wir zum Schlusse nach dem Mechanismus der Harzausscheidung, so haben wir nur einige bereits erörterte Thatsachen zusammenzufassen, um befriedigende Antwort zu erhalten.

Es ist zunächst festzuhalten, dass die Harzkanäle dabei eine untergeordnete Rolle spielen; wären sie nicht vorhanden, wären an ihrer Stelle Tracheiden, die Harzbildung und der Harzfluss würden kaum in bemerkenswerther Weise modificirt werden. Wenn man von ihrer Entstehung absieht, erfolgt weiterhin die Harzbildung in ihnen ebenso und ist von den nämlichen Bedingungen abhängig wie in den Tracheiden.

Nur vermöge der in ihrer Weitlichtigkeit begründeten grösseren Wegsamkeit sind sie den Tracheiden gegenüber im Vortheil.

Als eigentliche Ausflussöffnungen fungiren die Markstrahlen, die mit allen unzählbaren, harzerzeugenden Elementen in Verbindung stehen. Deshalb ist für die Schwarzföhre jene Methode der Harzgewinnung die rationellste, nach welcher möglichst viele Markstrahlen geöffnet werden, wie durch das Plätzen thatsächlich geschieht.

Für die Wahrheit dieser theoretischen Deduction spricht zunächst das in Einzelnheiten modificirte, im Wesentlichen aber identische Verfahren, welches aller Orten geübt wird. Zum weiteren der folgende Versuch:

In einem Schwarzföhrenbestande, in dem seit einigen Jahren die Harzung mit gutem Erfolge betrieben wurde, suchte ich zwölf bisher ungeharzte, gleichalterige Stämme aus und harzte sie nach der für Lärchen gebräuchlichen Methode. Alle Stämme wurden mit einem zollbreiten amerikanischen Bohrer bis über das Centrum angebohrt und gut verspundet. Die Bohrlöcher befanden sich in verschiedener Höhe des Stammes, von der Basis bis über Brusthöhe, sie verliefen nach verschiedenen Richtungen und hatten eine wechselnde Neigung zum Horizont.

Der Versuch wurde im Frühlinge inscenirt und nach sechs Wochen die erste Inspection vorgenommen. In den eröffneten Bohrlöchern fand sich eine so geringe Menge äusserst zähflüssigen, fast trockenen Harzes, dass es nur mit Mühe herausgescharrt werden konnte. Von einem Harzausflusse im strengen Sinne war keine Rede, vielmehr bildete das Harz nur eine Kruste an den Wänden der Kanäle. Die folgenden Inspectionen ergaben dasselbe negative Resultat.

Es scheint mir nach diesen Ergebnissen sehr wahrscheinlich, dass gewichtigere Ursachen, als die von Mohl angegebenen, Veranlassung sind, dass Föhren und Lärchen nach verschiedenen Methoden geharzt werden. Diese Ursachen mögen durch die Art der Entstehung oder des Transportes des Harzes bedingt werden. Ich werde die Frage in Bälde zu entscheiden versuchen.

Die Ansicht von Mohl, dass das Ausfliessen des Harzes bei den Föhren nur durch die Harzkanäle, und beim Durchschneiden derselben stattfindet, scheint freilich durch den Augenschein bestätigt zu werden, indem beim Plätzen zunächst das Harz aus den Kanälen in Tropfen austritt. Aber eben nur „zunächst" wegen der grösseren Menge des in ihnen enthaltenen Harzes. Aber eben so gut tritt aus den durchschnittenen Tracheiden das Harz sofort aus, freilich in mit freiem Auge unsichtbaren Tröpfchen, sichtbar erst nachdem sie als zusammengeflossene Schichte die Lachte überziehen. Die weitaus grössere Menge der nicht verletzten Tracheiden entleert ihren Inhalt vermittels der Markstrahlen. Dies ist der Vorgang im lebenden Holze. In dem abgestorbenen Holze, und der Tod tritt im Bereiche der Lachte bald ein, braucht es überhaupt keiner Communicationswege. In ihm bilden die Membranen nur das Hinderniss eines Filtrums, welches überwunden wird.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XIX.

Fig. 1. Querschnitt durch die Rinde des vorjährigen Gipfeltriebes einer zehnjährigen Pflanze. *E* = Epidermis; *H* = hypoderme Steinzellen; *P* = Periderma; *M* = Parenchym der Mittelrinde mit dem Harzgange *h*; *I* = Innenrinde, zum grössten Theile aus Siebröhren bestehend, mit vereinzelten Parenchymzellen *p*; *m* = Markstrahl.

Fig. 2. Radialschnitt durch die jüngste Rinde auf der Basis eines mehr als 100jährigen Stammes. *st* = Steinzellen; *K* = abgestorbene Korkzellen, die schon im vorigen Jahre aus den Korkmutterzellen *m* durch Theilungen in centrifugaler Richtung entstanden waren; K_1 = lebende Korkzellen jüngster Bildung; *p* = Rindenparenchym; *s* = Siebröhren; *k* = krystallführende Parenchymzelle.

Fig. 3. Querschnitt durch die Innenrinde im trockenen Zustande, um die zusammengefallenen Siebröhren schichtenweise, mit Parenchym wechselnd, zu zeigen.

Fig. 4. Tangentialschnitt durch die Innenrinde an der Stammbasis. *m* = Markstrahl mit einem Harzgange; *p* = stärkeführendes Parenchym; *k* = krystallführendes Parenchym; *s* = Siebröhren.

Tafel XX.

Fig. 5. Radialer Längsschnitt durch die Cambialzone an der Stammbasis einer 7jährigen Pflanze am 30. März. *t* = vorjähriges Herbstholz; *c* = Cambium; *s* = Siebröhren; *p* = Parenchym der Innenrinde; *m* = Markstrahl.

Fig. 6. Ein in Bildung begriffener Harzgang. *M* = Parenchym der Mittelrinde; *I* = Innenrinde mit Siebröhren *s*, Parenchym *p* und Markstrahl *m*; *c* = Cambium; *H* = Herbstholz.

Fig. 7. Erste Entstehung des Harzganges. Bedeutung der Buchstaben wie in Fig. 6.

Fig. 8 und 9. Alte Harzgänge in der Borke des 12jährigen Gipfelsprosses eines mehr als 100jährigen Stammes.

Tafel XXI.

Fig. 10. Cambialzone am 13. Juli mit dem Harzgange *h*, in dessen Lumen die Stümpfe der zerstörten Zellen ragen. *t* = junge Holzzellen; *r* = junge Rindenzellen.

Fig. 11. Querschnitt durch das jüngst entstandene Holz am 13. Juli mit den Harzgängen h_1 und h_2.

Fig. 1. (210).

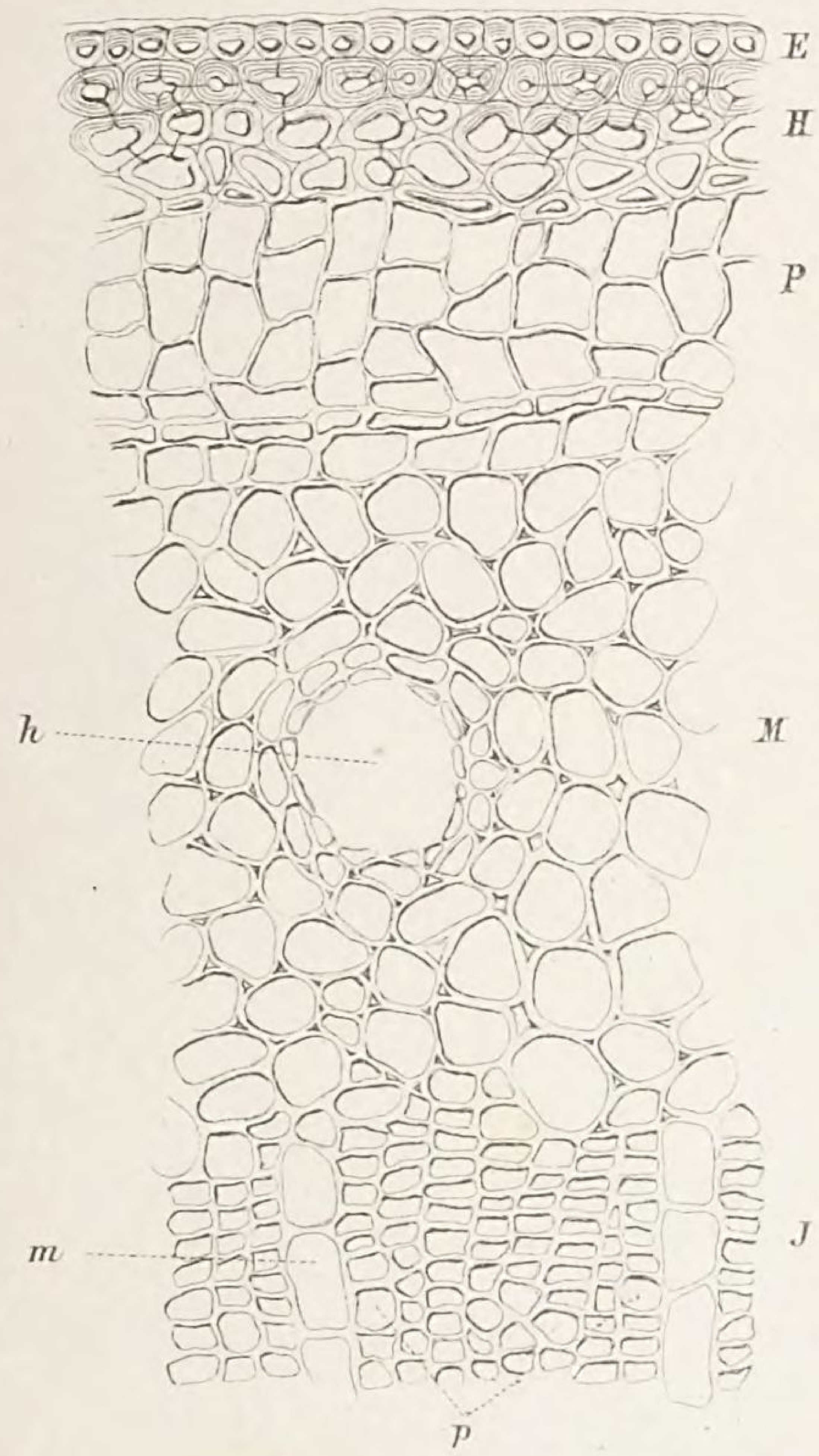


Fig. 2. (350).

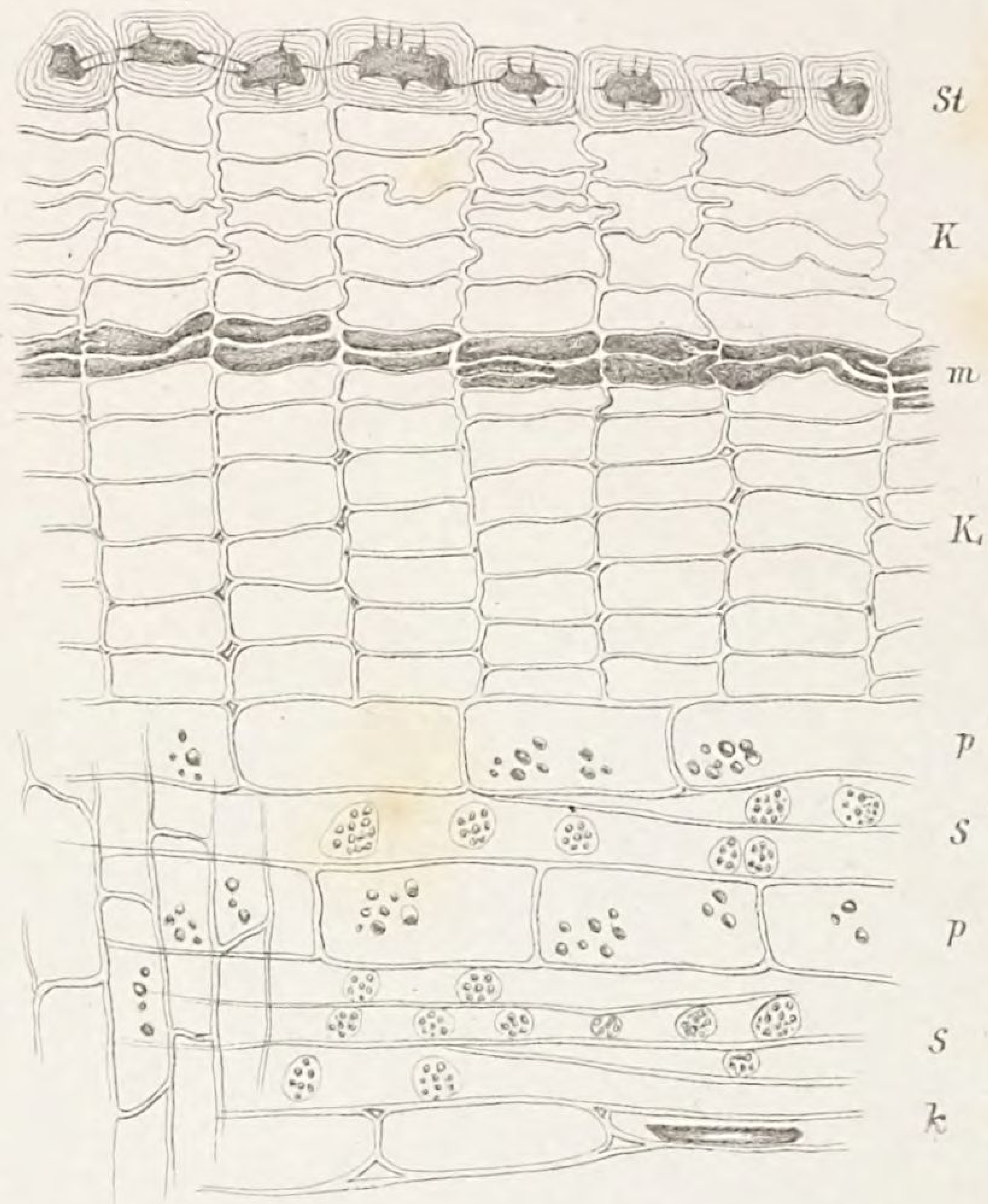


Fig. 3. (350).

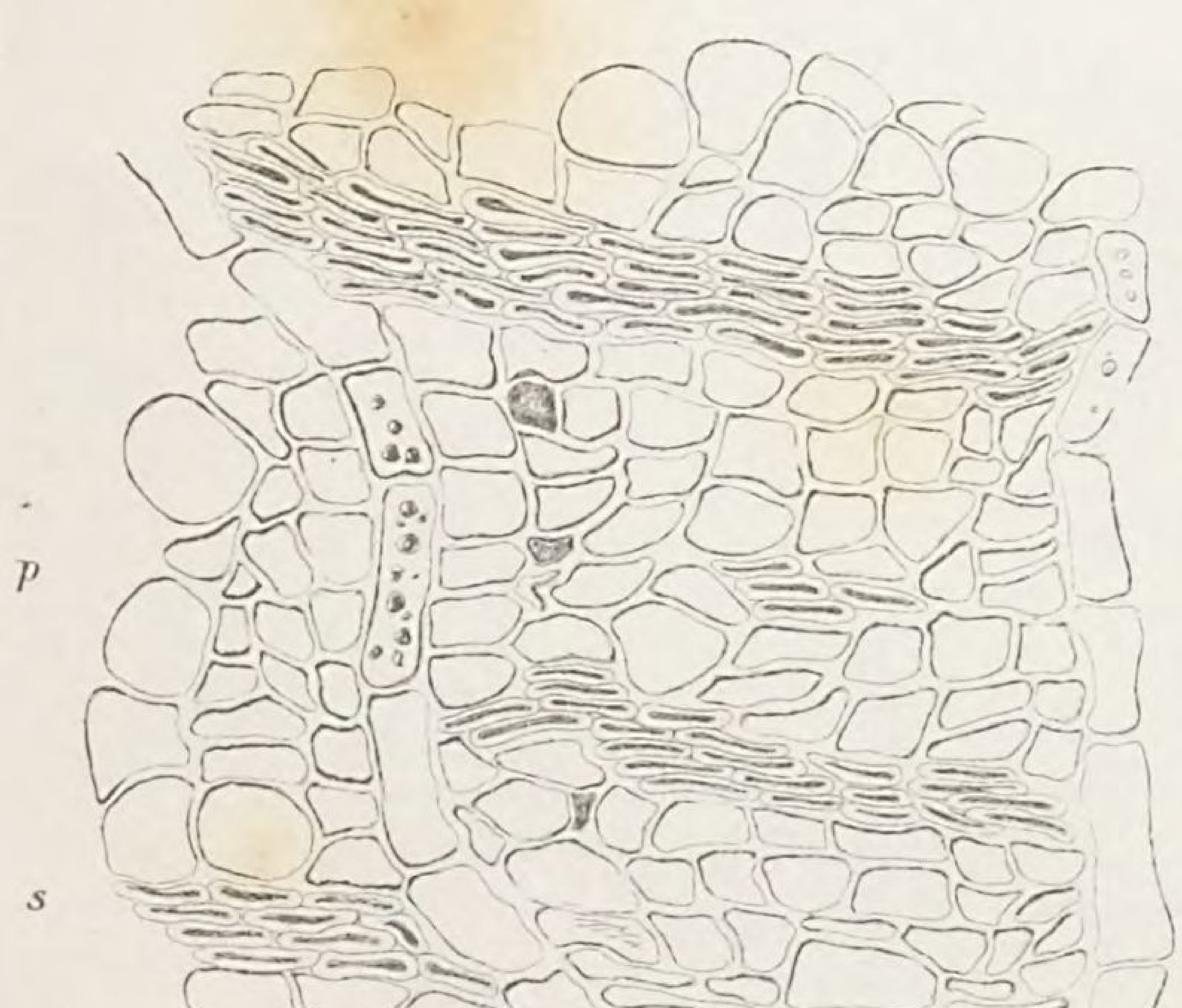
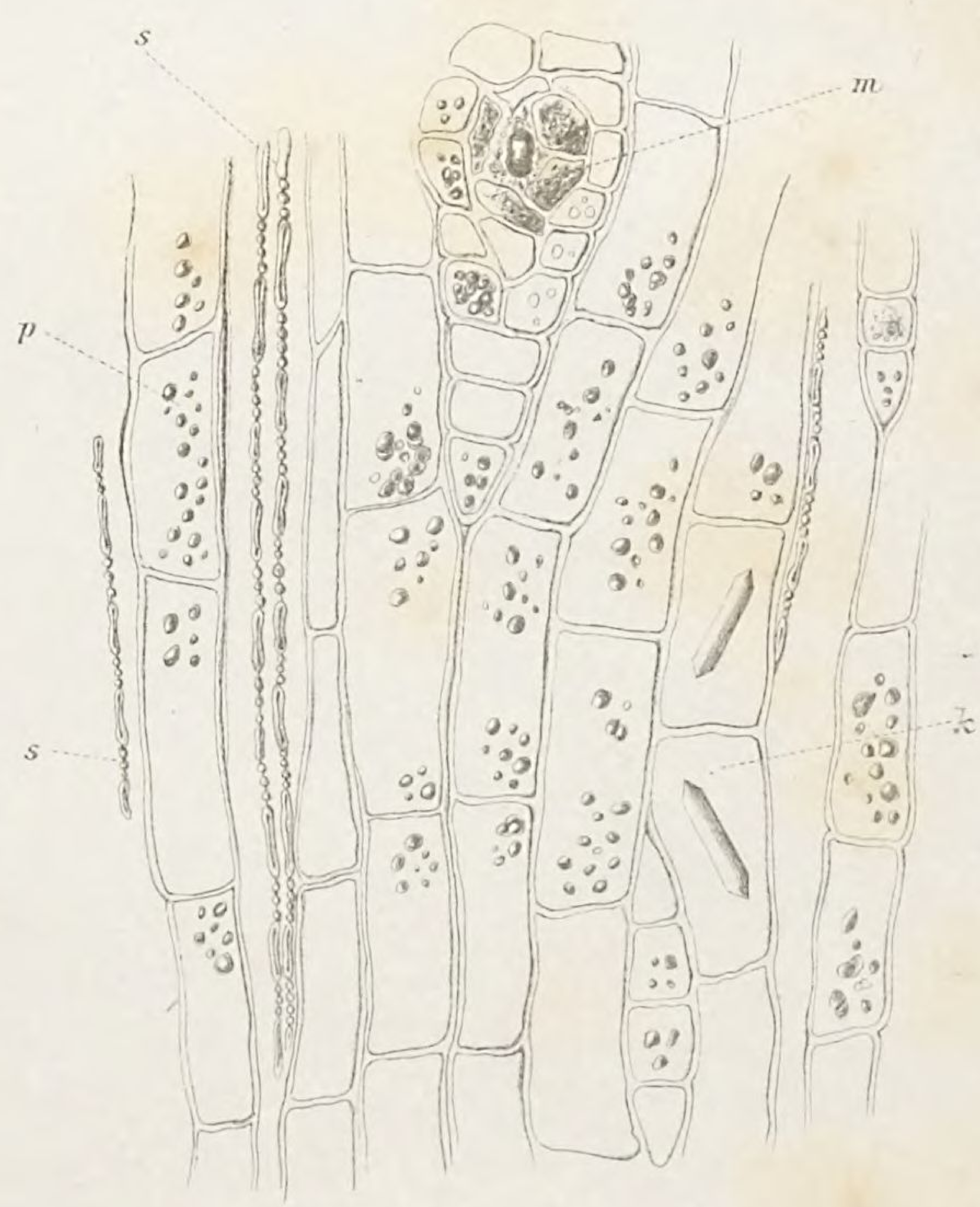


Fig. 4. (350).



Gez. v. Verf. lith. v. Dr. J. Heitzmann. Lith. Anst. v. J. Appel & Co. Wien.

Fig. 5. (350).

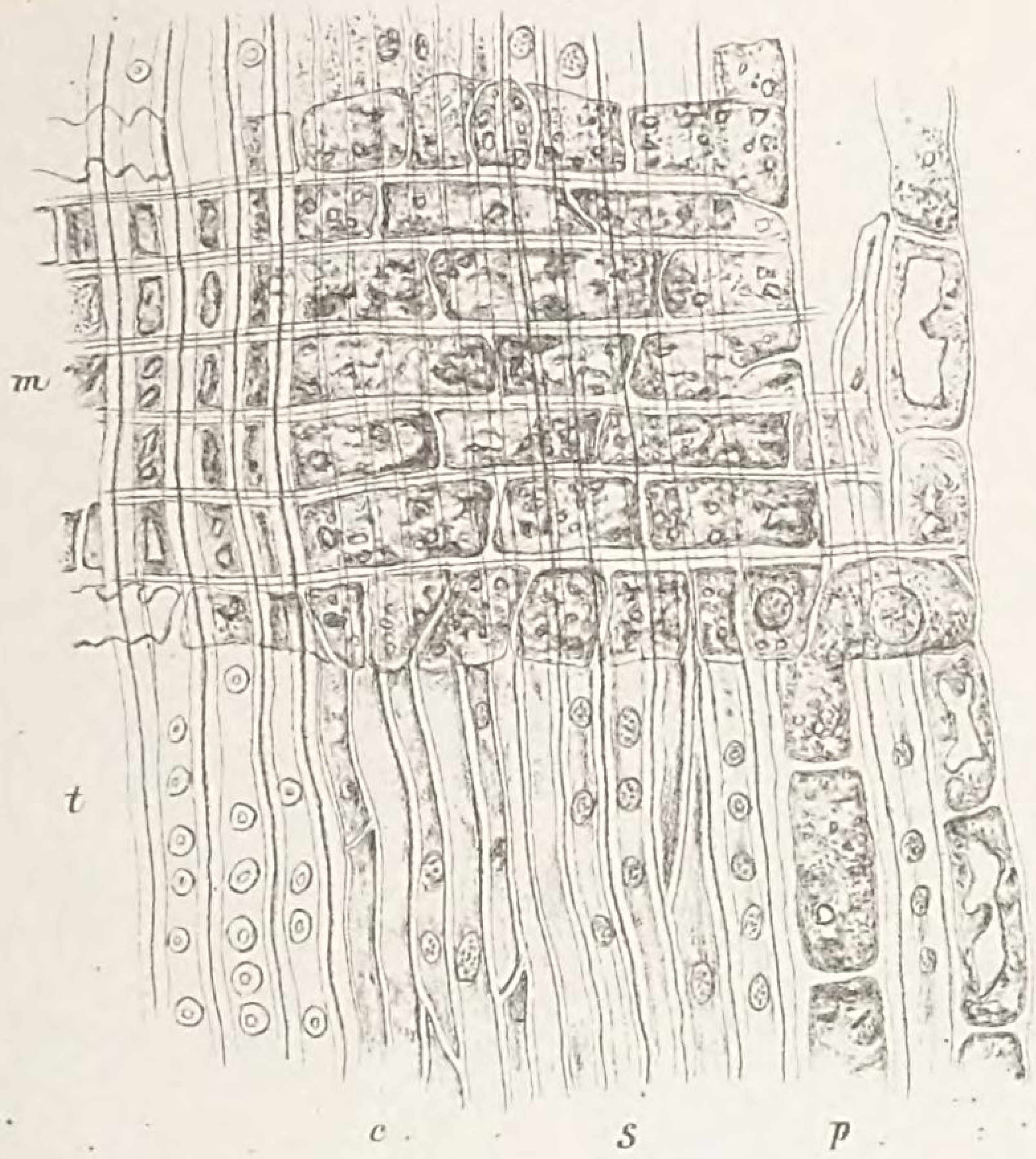


Fig. 6. (350).

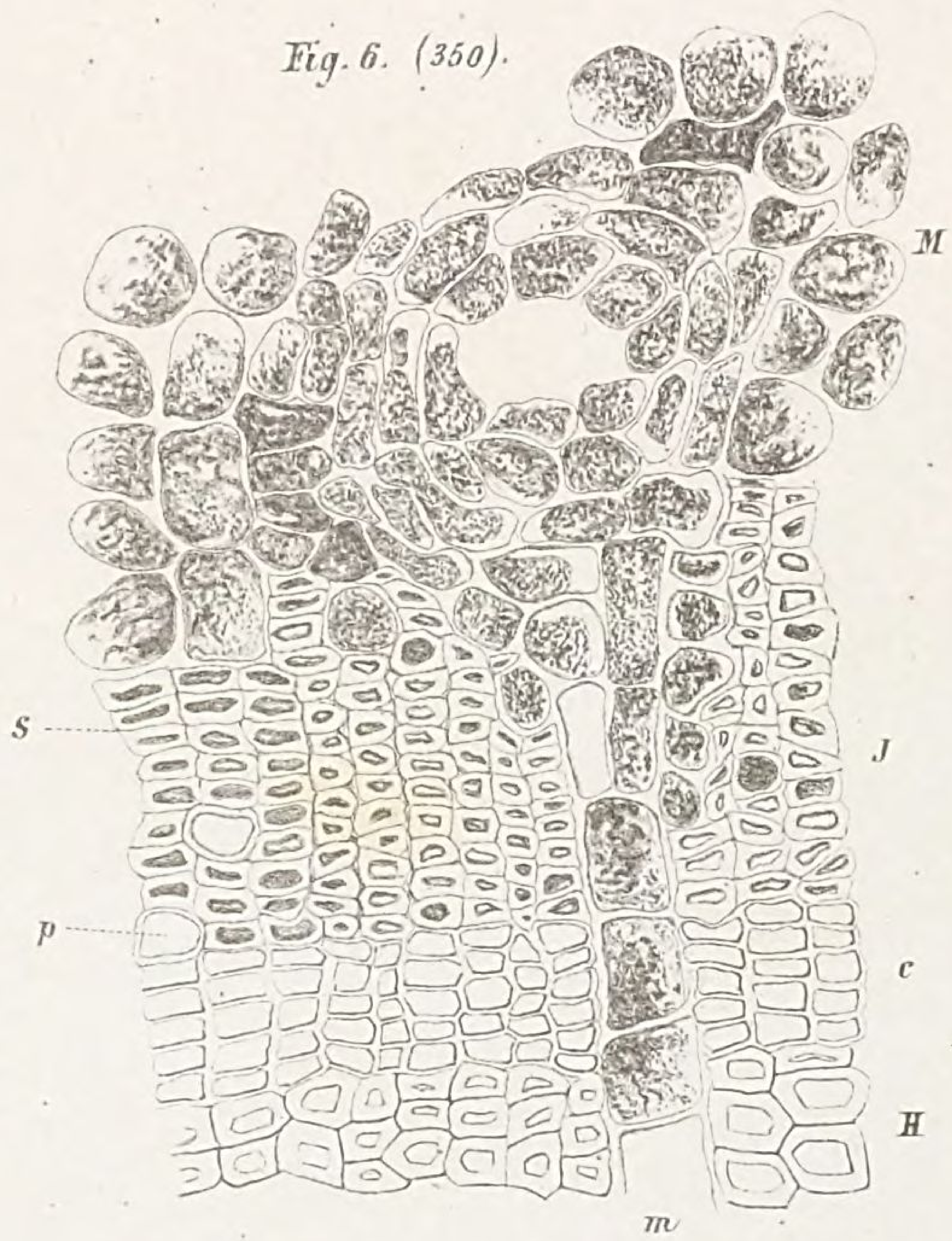


Fig. 7.

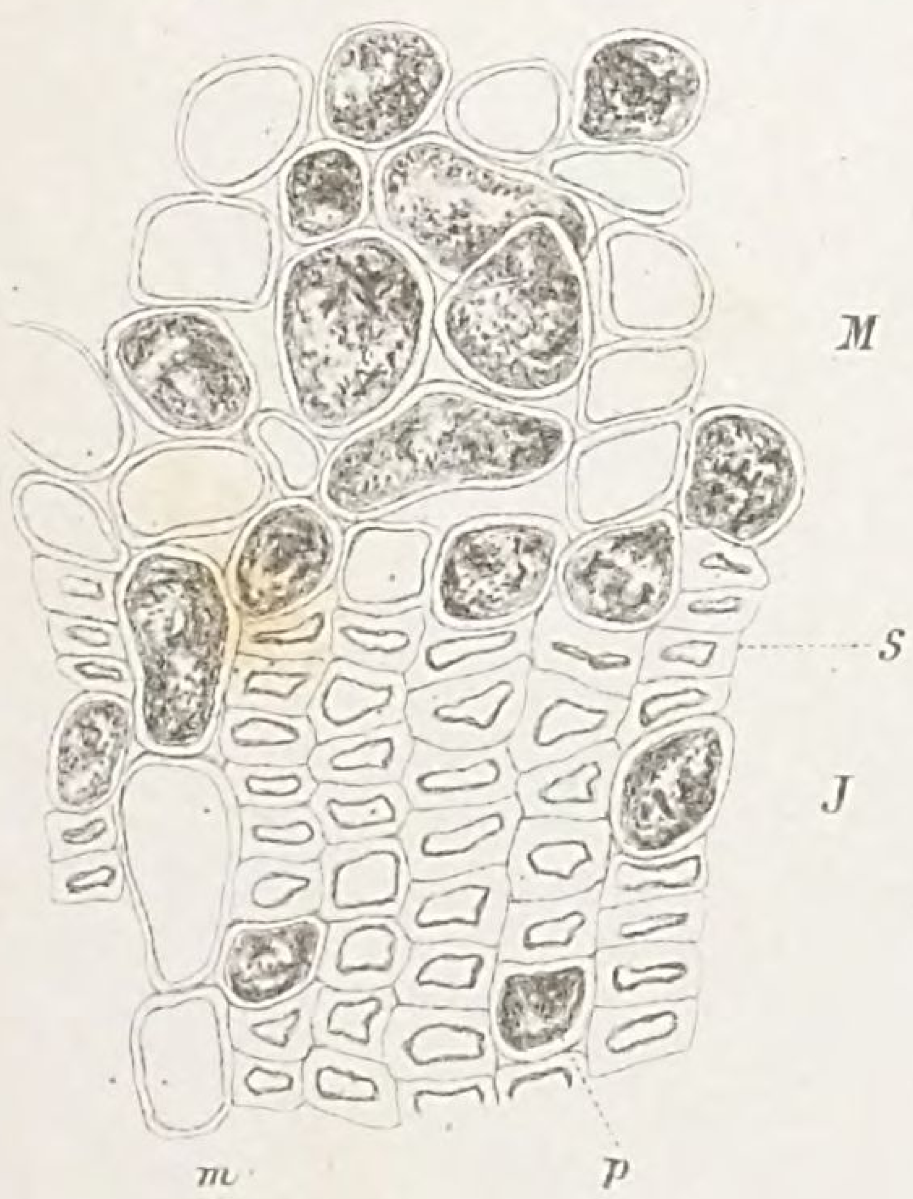
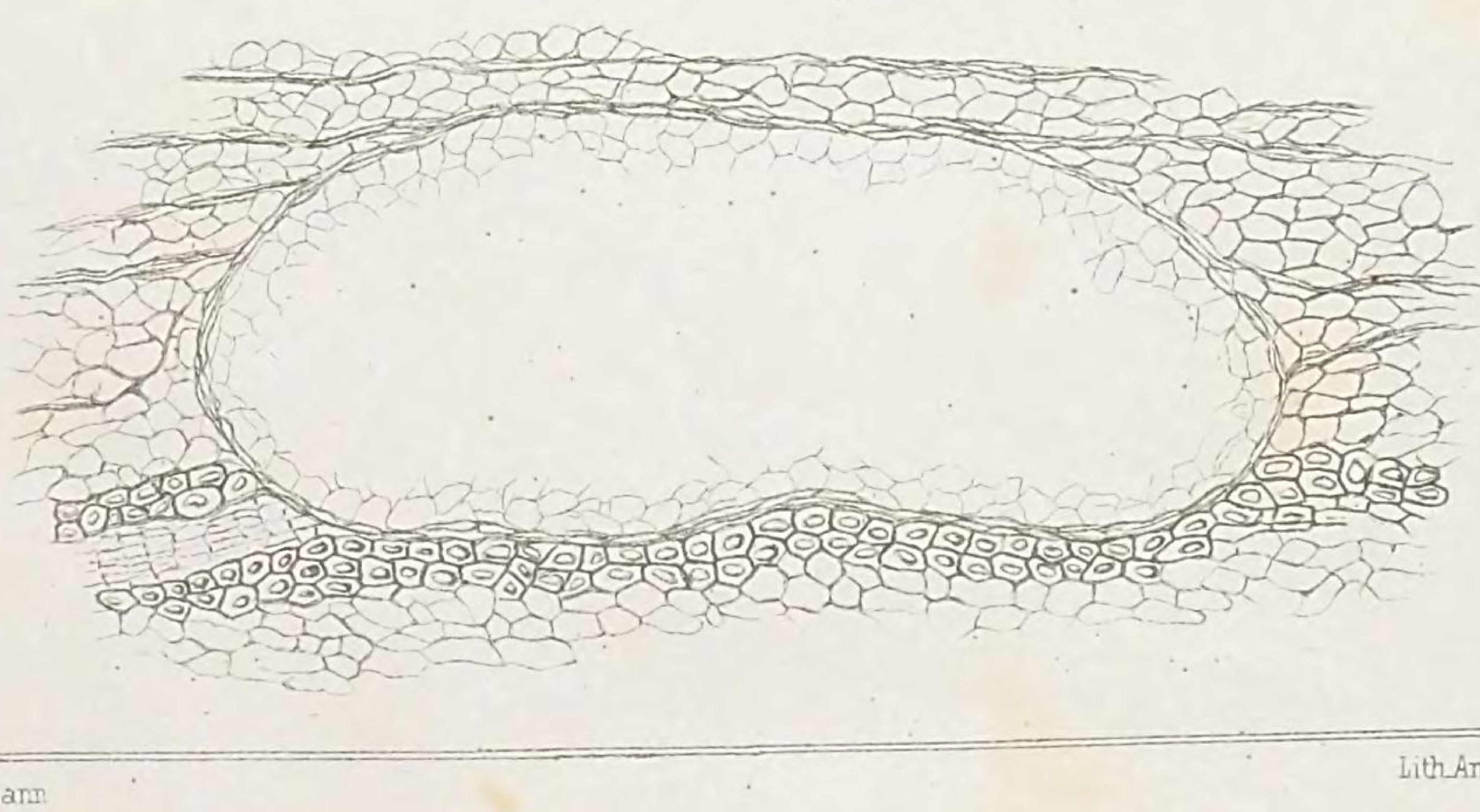


Fig. 8. (120).



Fig. 9. (120).



Gez. v. Verf. lith. v. Dr. J. Heitzmann Lith. Anst. v. J. Appel & Co. Wien

Fig. 10. (550).

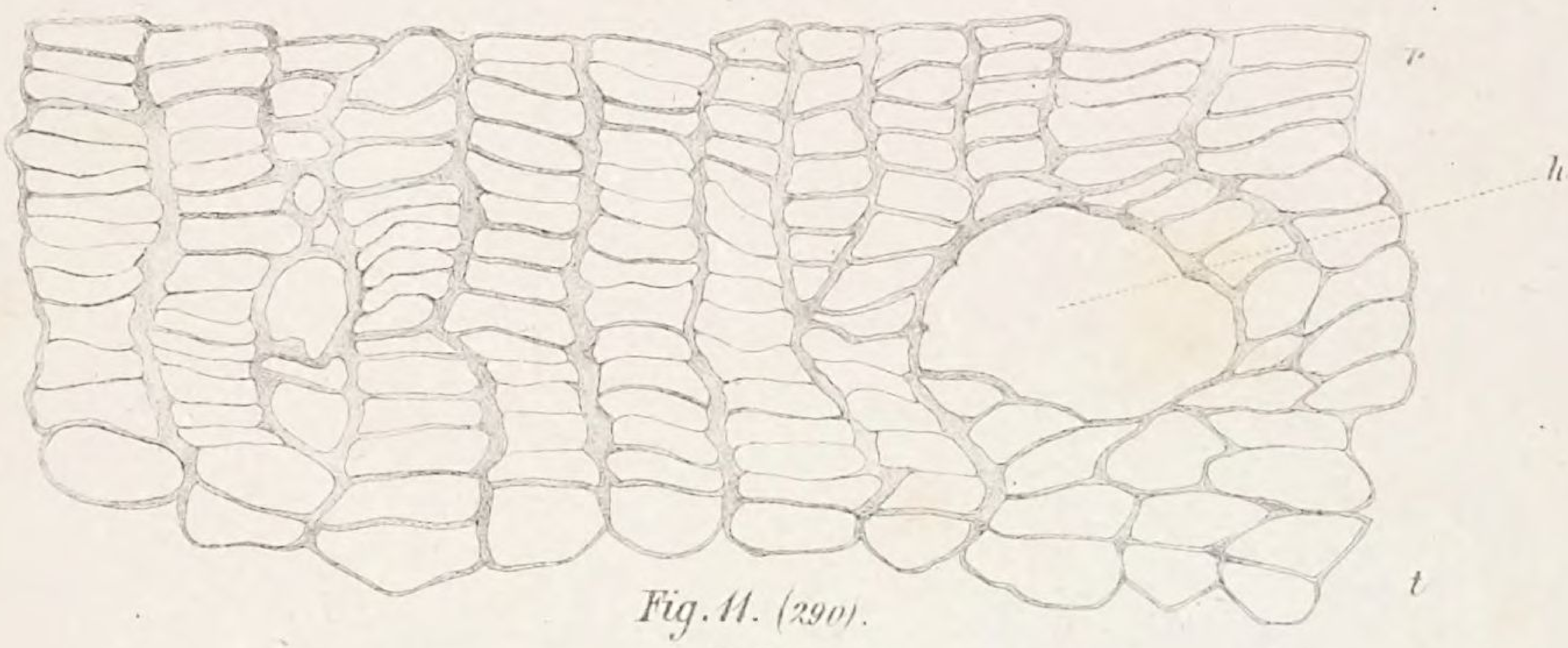


Fig. 11. (290).

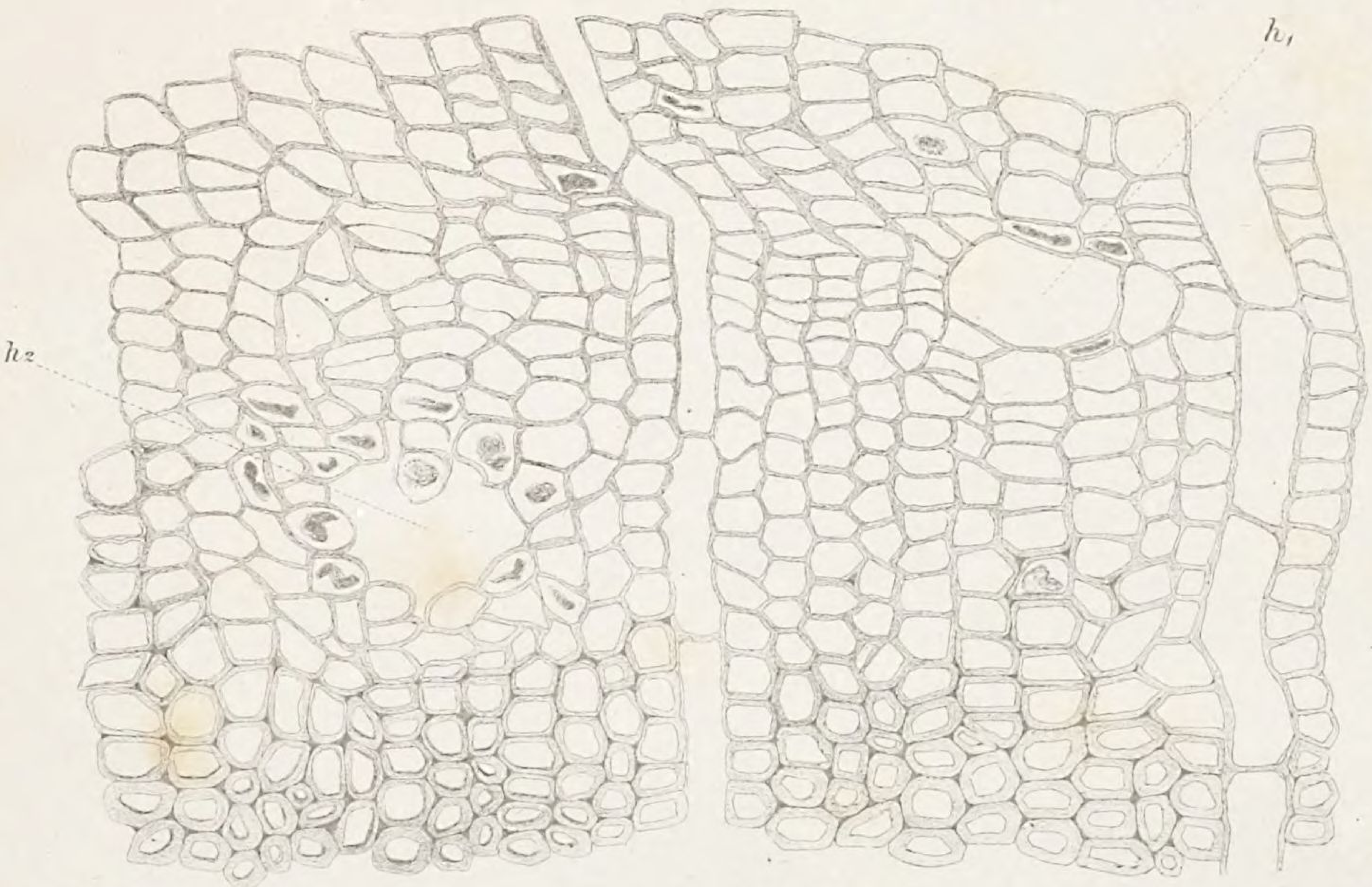
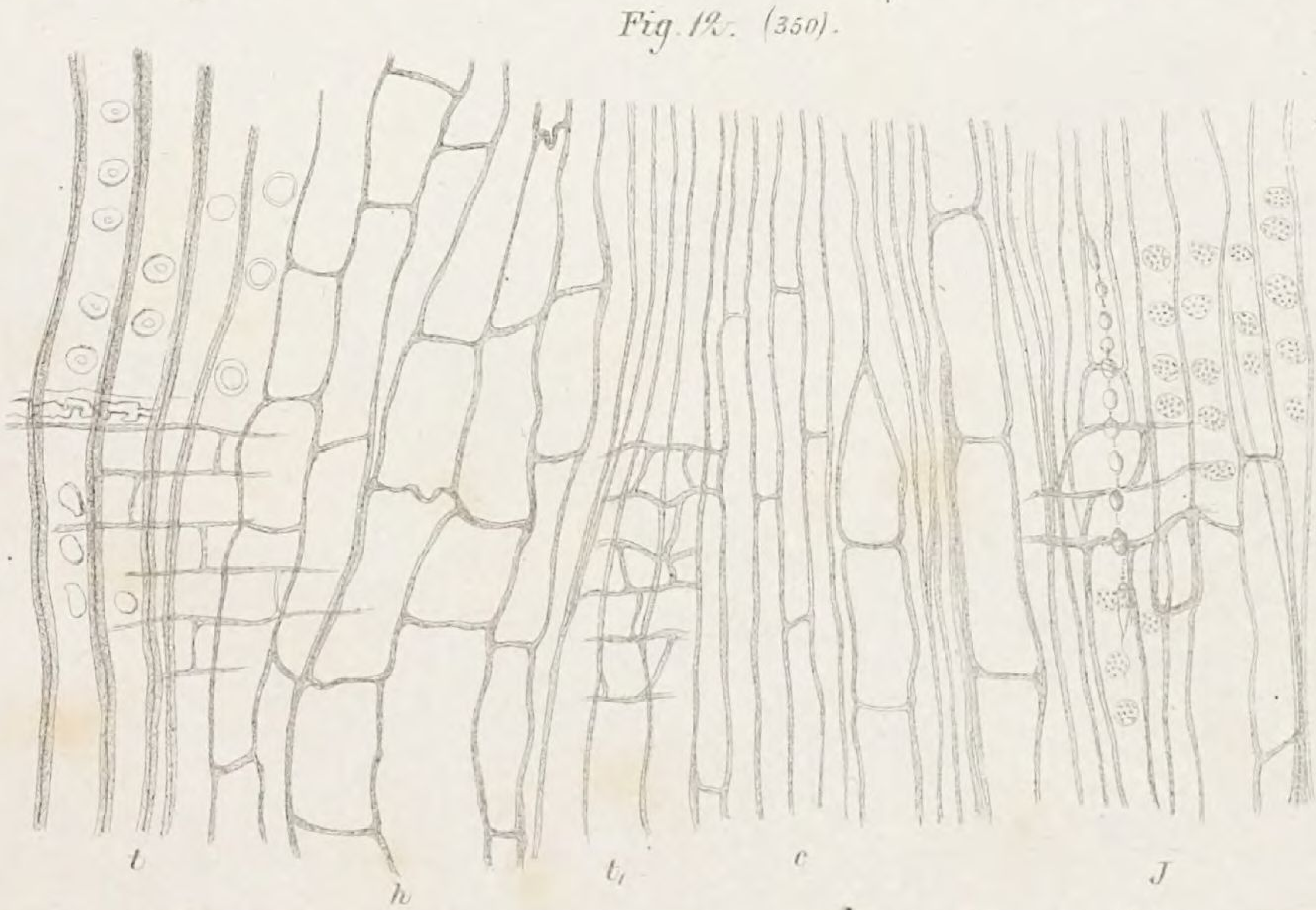


Fig. 12. (350).



Gez. v. Verf., lith. v. Dr. J. Hertzmann.

Lith. Anst. v. J. Appel & Co. Wien.

Fig. 17. (160).

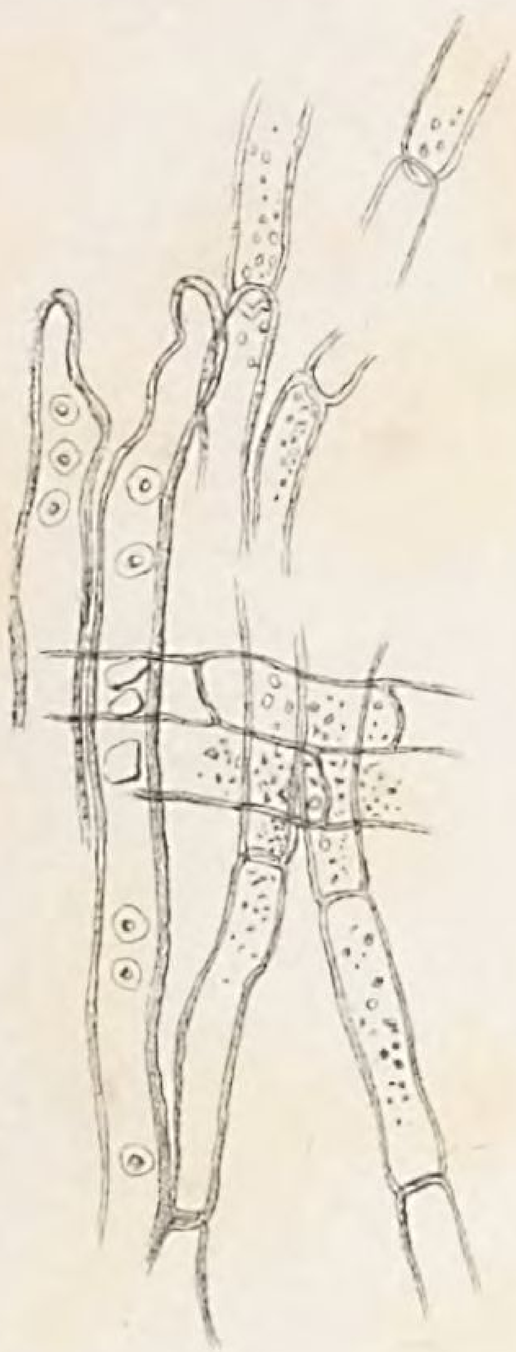


Fig. 13. (350).

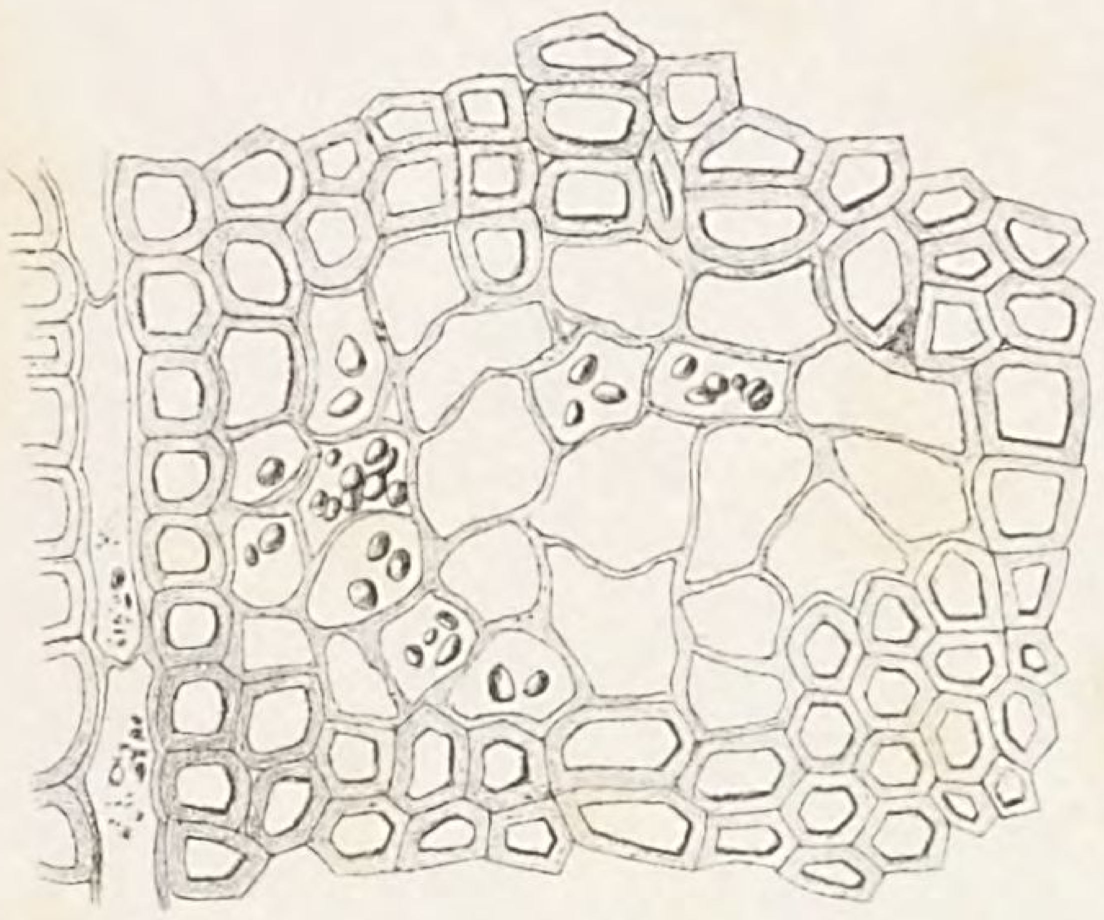


Fig. 14. (350).

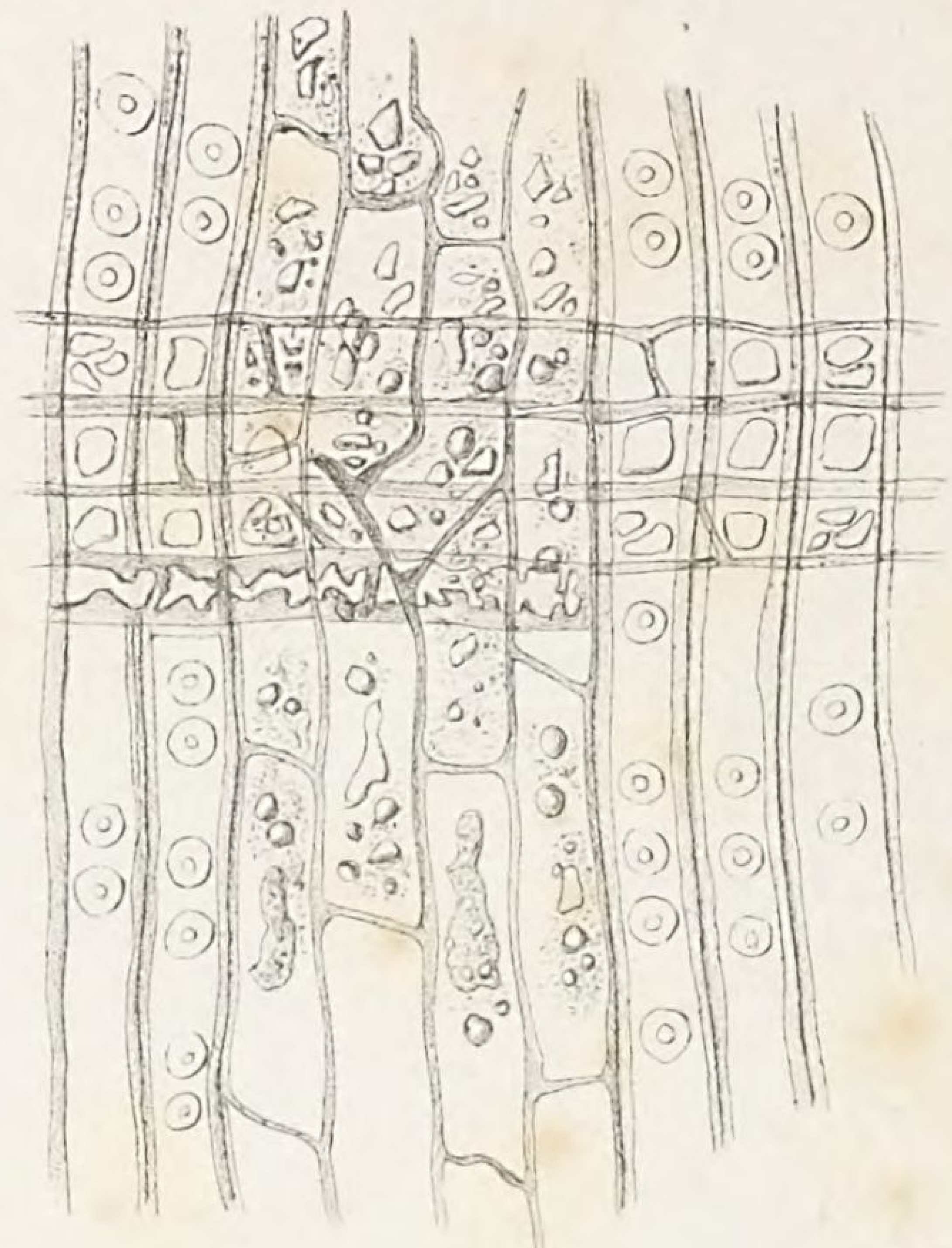


Fig. 16. (350).

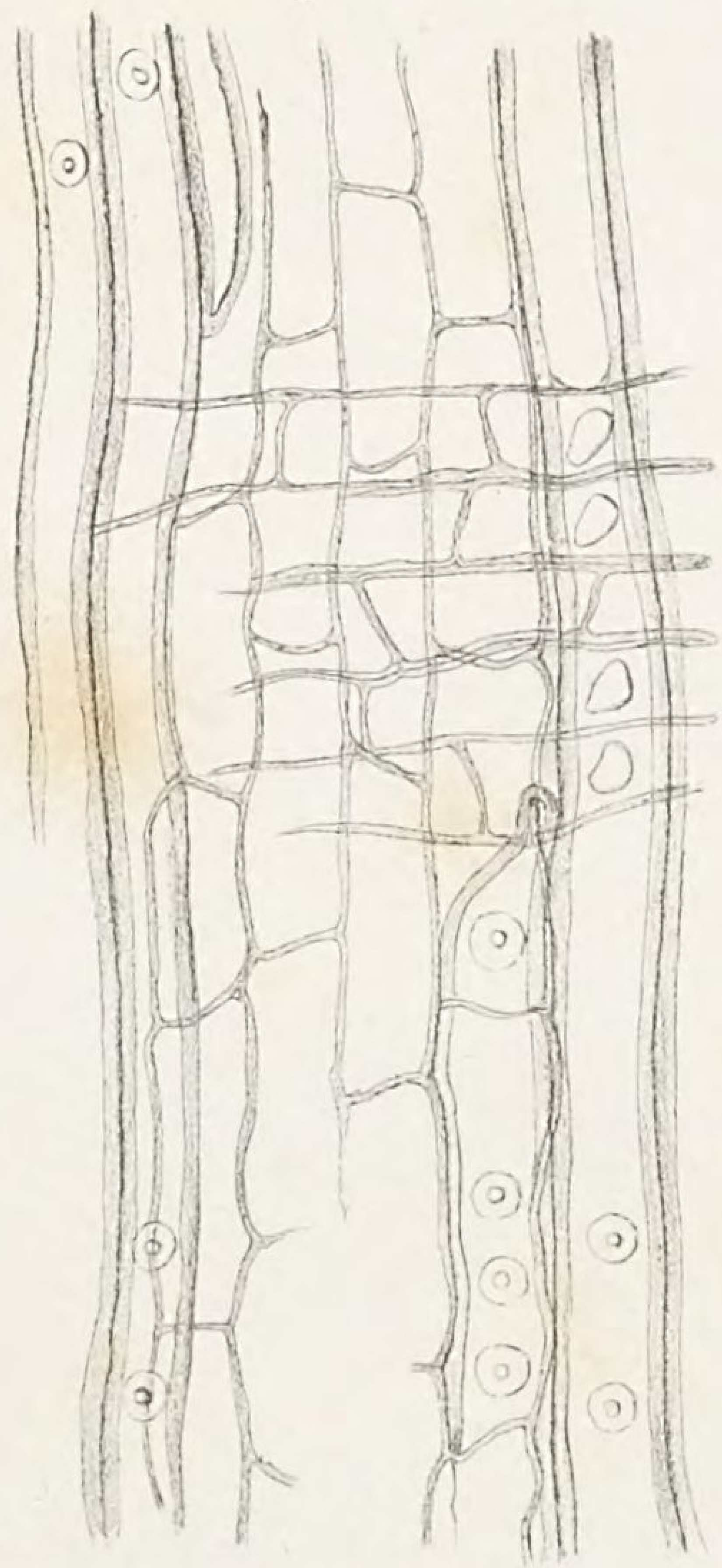


Fig. 15. (350).

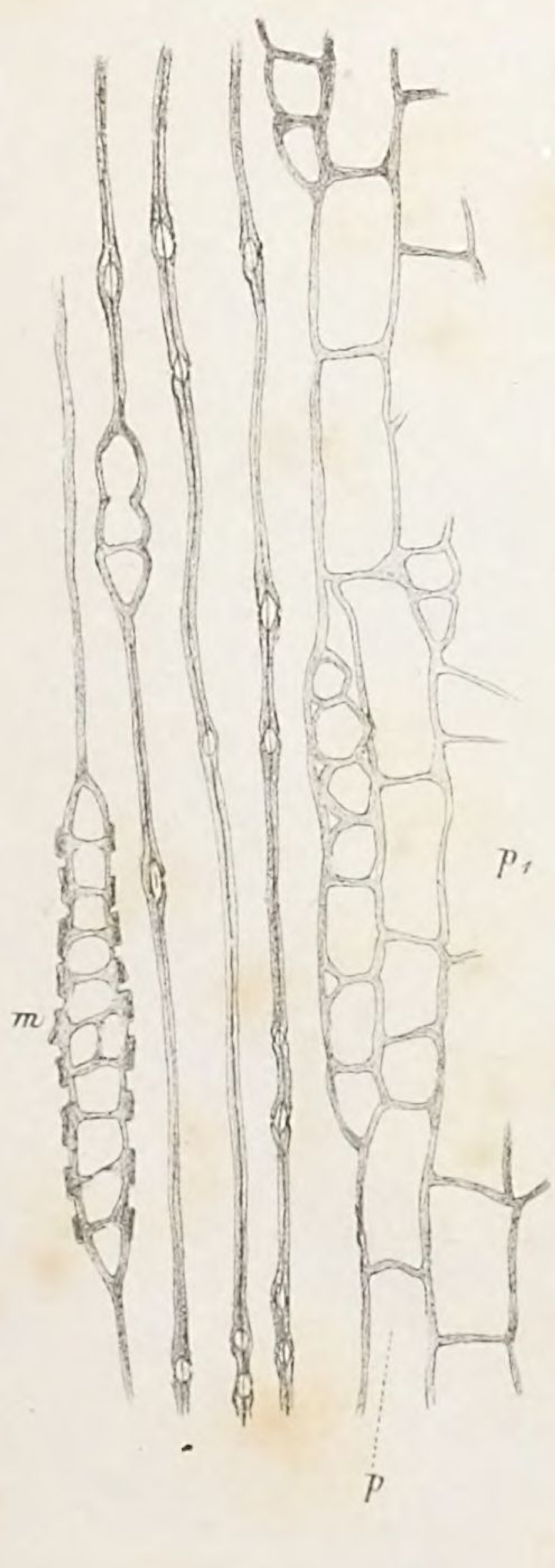


Fig. 18. (160).

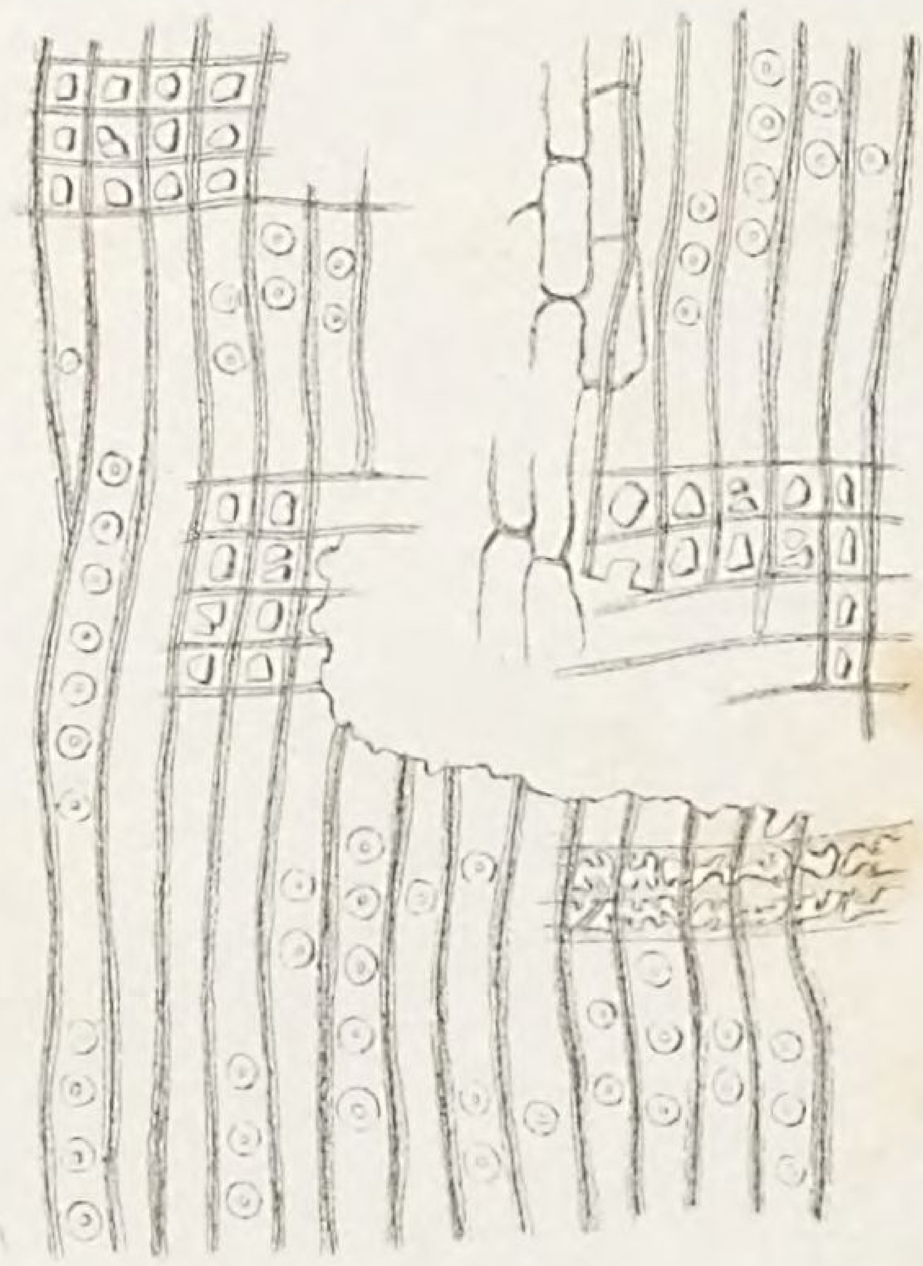
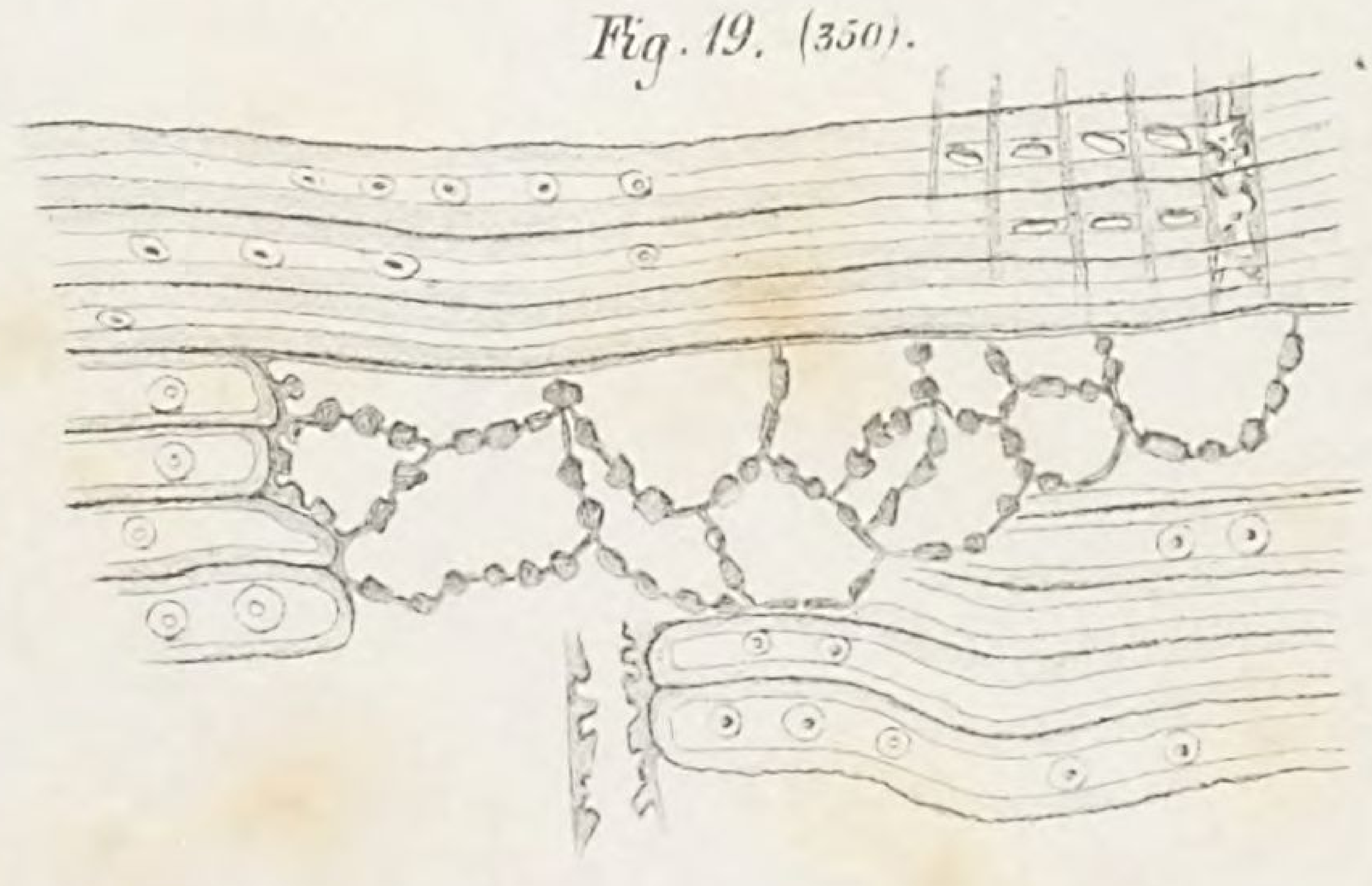


Fig. 19. (350).



Gez. v. Verf. lith. v. Dr. J. Heitzmann. Lith. Anst. v. J. Appel & Co. Wien.

Fig. 20. (350).

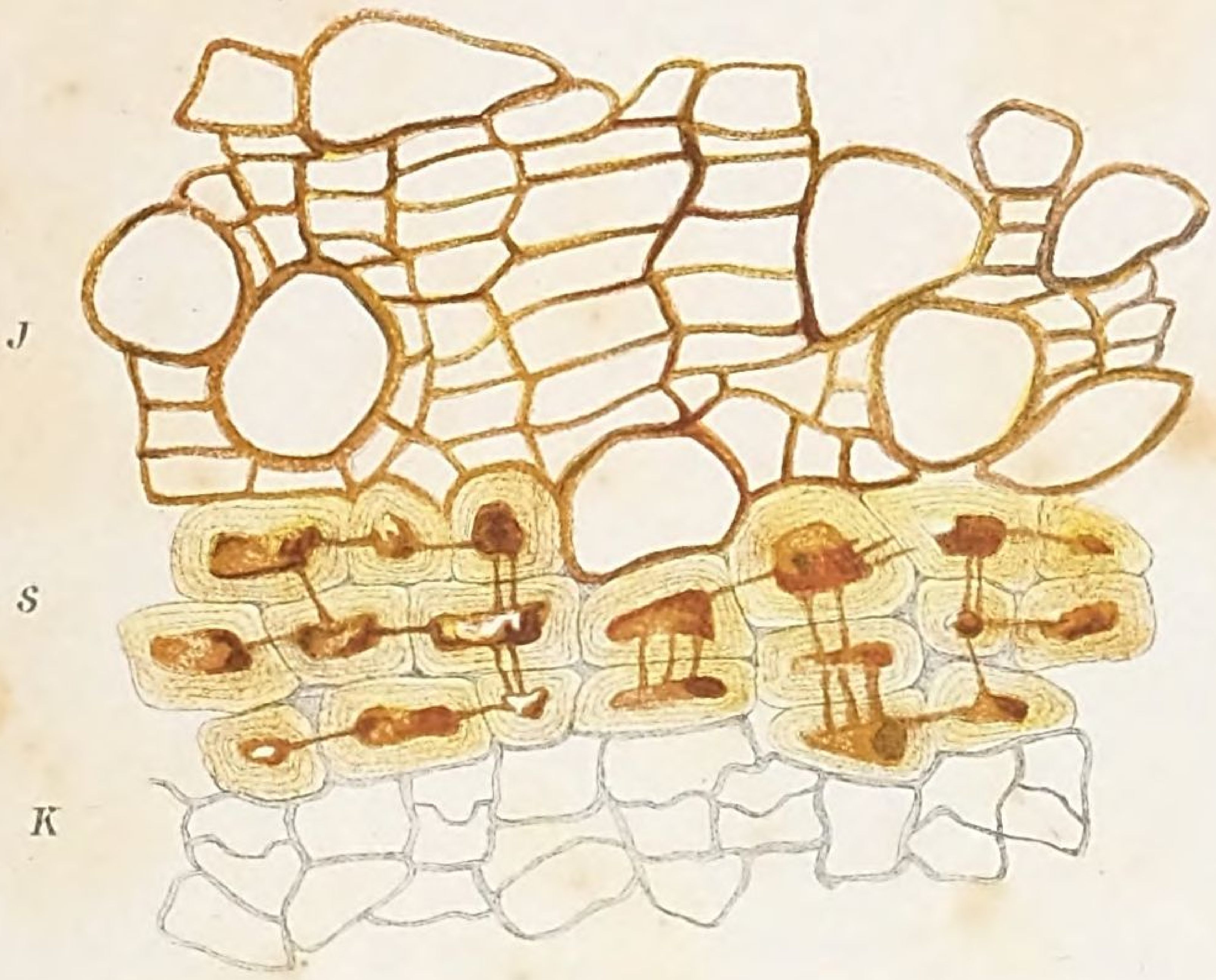


Fig. 21. (350).

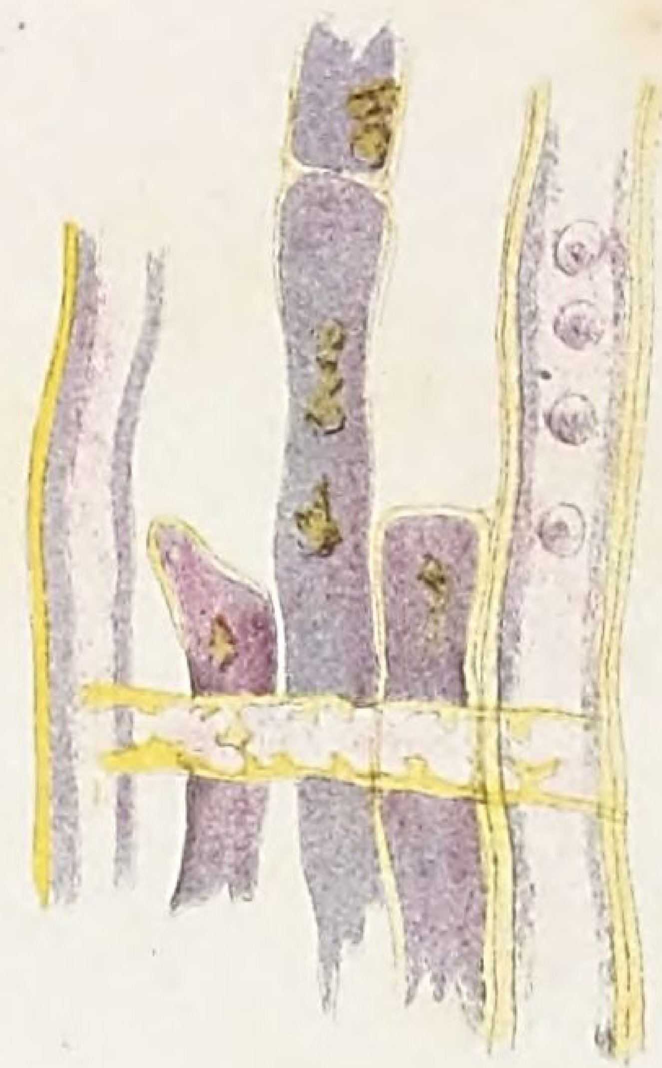


Fig. 22. (350).

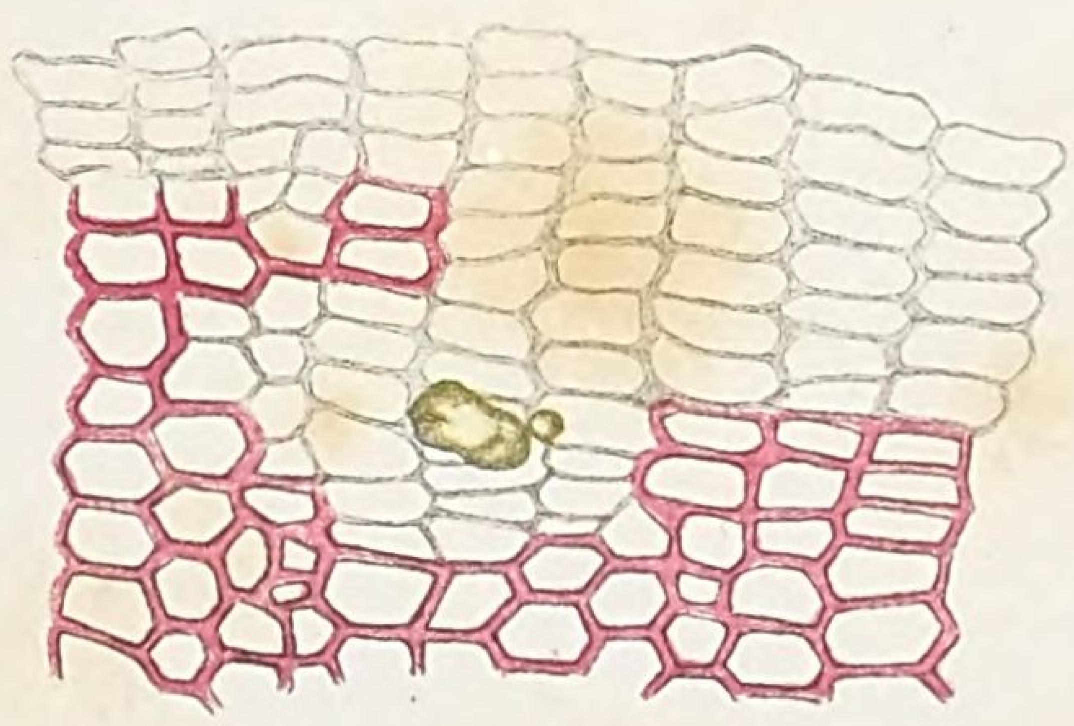


Fig. 23. (350).

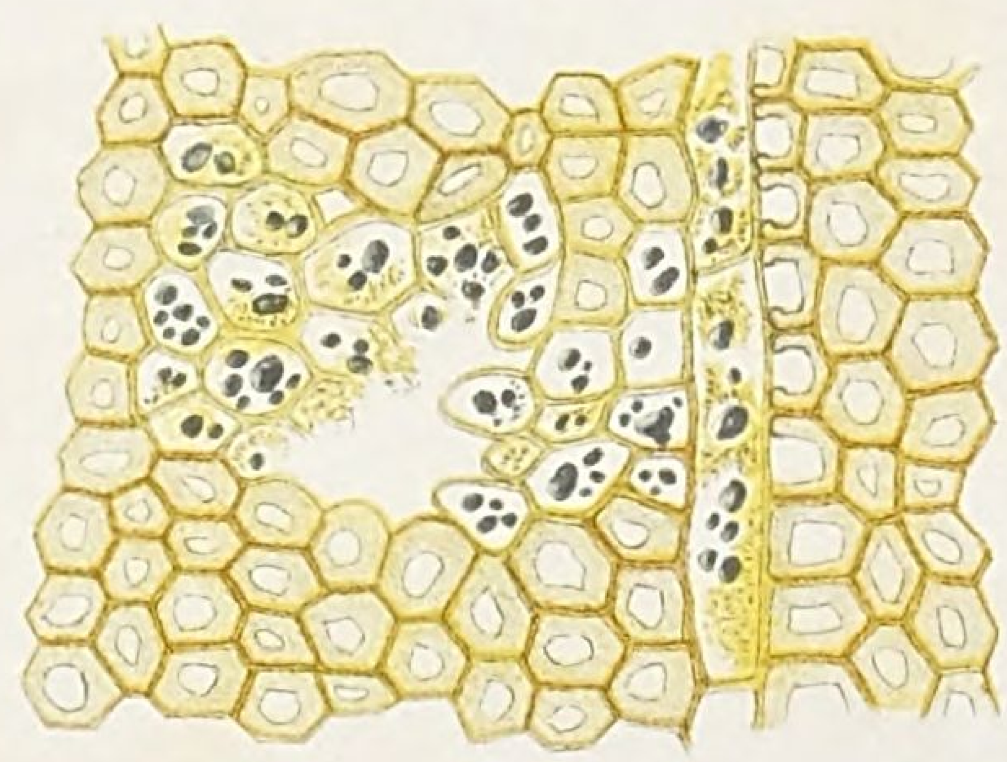


Fig. 25. (290).

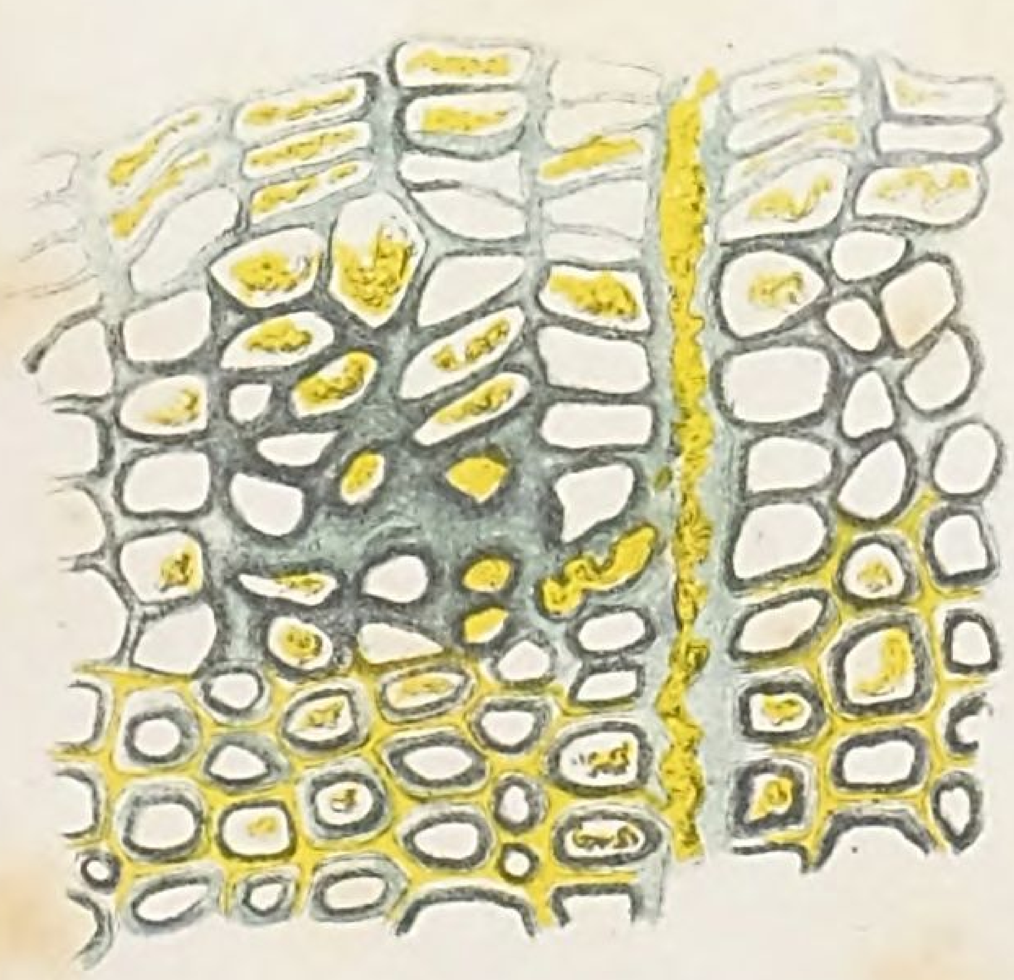
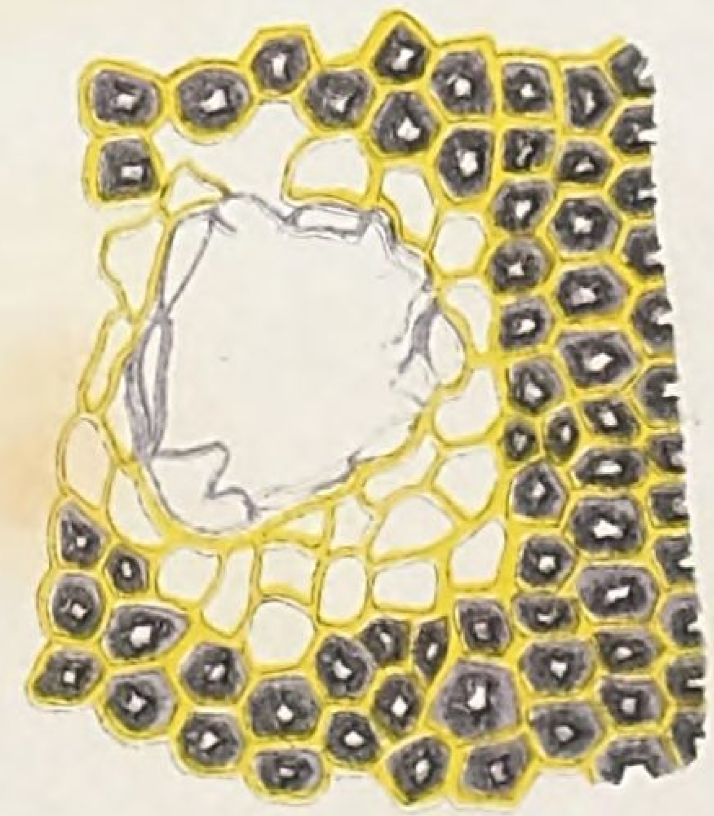


Fig. 24. (210).



Gez. v. Verf., lith. v. Dr. J. Heitzmann. Lith. Anst. v. J. Appel & Co. Wien.

Fig. 12. Ein dem vorigen correspondirender radialer Längsschnitt. t = junge Tracheiden; h = Parenchymzellen des Harzganges; t_1 = tüpfelfreie Tracheiden; c = Cambium; I = Innenrinde mit Parenchym und Siebröhren.

Tafel XXII.

Fig. 13. Harzgang im Herbstholze einer jungen Pflanze. Das Präparat ist in Alkohol gekocht; in den Parenchymzellen befindet sich Stärke (30. März).

Fig. 14. Harzgang im jüngsten Jahresringe einer 7jährigen Pflanze unter Glycerin. Erklärung des Zellinhaltes siehe im Texte. (pg. 174).

Fig. 15. Tangentialer Längsschnitt durch das junge Holz. p = unverletzte Parenchymzellen eines Harzganges, p_1 = dieselben zum Theile zerstört; m = Markstrahl. (Alkoholpräparat.)

Fig. 16. Harzgang des zweijährigen Sprosses einer jungen Pflanze im radialen Längsschnitt

Fig. 17. Isolirte Tracheiden und Harzzellen aus einem in Alkohol gekochten Schnitte.

Fig. 18. Radialer Längsschnitt aus der Basis einer 5jährigen Pflanze am 30. März. Ein Harzgang vom Markstrahl unterbrochen.

Fig. 19. Abnorme grobgetüpfelte Parenchymzellen im Herbstholze.

Tafel XXIII.

Fig. 20. Querschnittspartie aus der Borke an der Basis eines 100jährigen Stammes. I = Innenrinde mit Parenchym und Siebröhren; S = Steinzellen; K = vertrocknete Korkzellen.

Fig. 21. Tracheiden und Harzgangzellen in Chlorzinkjod nach vorausgegangener Extraction in Alkohol.

Fig. 22. Querschnitt durch das jüngste Holz eines 3jährigen Triebes am 3. Juli mit einem Harzgange. Anilinpräparat.

Fig. 23. Alter Harzgang aus der Stammbasis einer 5jährigen Pflanze in Jodlösung (März).

Fig. 24. 86jähriger Harzgang in Chlorzinkjod nach vorheriger Behandlung mit kaltem Alkohol.

Fig. 25. Junger Harzgang (wie h_2 in Fig. 11 Tafel XXI) nach Behandlung mit Chromsäure und Chlorzinkjod.

Zur Anatomie der Schwarzföhre.

Von

Wahrmund Riegler. [1])

Der Grundgedanke der vorliegenden Studie: die Breite der Jahresringe, das Verhältniss des Herbstholzes zum Frühlingsholze und die Grössenverhältnisse der Holzfasern des Hochstammes, der Aeste und Wurzeln desselben Baumes zum Gegenstande vergleichender Betrachtung zu machen, ist den Untersuchungen Dr. Karl Sanio's [2]) entlehnt, welchen eine der vorliegenden ähnliche, nicht ganz so weitläufige Arbeit zur Aufstellung einiger interessanter Gesetzmässigkeiten im anatomischen Baue der Bäume veranlasste.

Das den folgenden Messungen zu Grunde liegende Materiale bildete eine im Frühjahre 1877 gefällte Schwarzföhre (*P. Laricio* Poir., *austriaca* Höss.) aus dem Kalkgebirge der Brühl nächst Wien, von nicht ganz 20 M. Stammhöhe und einem Alter von circa 112 Jahren. Dieselbe aus einem gleichalterigen geschlossenen Bestande, nicht geharzt, hatte einen geraden, vollholzigen, astlosen Stamm und eine in der Höhe von 10 M. beginnende, aus relativ nur schwachen Aesten bestehende schirmige Krone, von der die beiden dicksten Aeste — später als A und B bezeichnet — zur Untersuchung gewählt wurden. Dieselben, nahezu in gleicher Stammhöhe entspringend, stimmten auch in ihrer Länge, etwa $2^1/_4$ M., überein. Die Hauptwurzel des flachgründig erwachsenen Baumes, von kurzem, unregelmässig knorrigem Wuchse und frühe vielfach zertheilt, konnte nicht in Betracht gezogen werden, und wurden nur zwei Seitenwurzeln — C und D — von grösserer Dicke und halbwegs geradem Verlaufe, zugleich die einzigen von grösserer Länge, untersucht. Die Wurzel C stand nur in einer Länge von 2 M. zur Verfügung und mochte etwa noch 1 M. länger gewesen sein, während die Wurzel D in fast ihrer ganzen Länge von etwas über $1^1/_2$ M. vorlag.

An diesem von der k. k. forstlichen Versuchsleitung geneigtest überlassenen Materiale wurden mit wohlwollendster Unterstützung von Seite des Herrn Dr. Josef Moeller

[1]) Herr Riegler hat die vorliegende Arbeit auf Anregung des Adjuncten der k. k. forstlichen Versuchsleitung Dr. Moeller in dessen Laboratorium zu Mariabrunn ausgeführt. v. Seckendorff.

[2]) Pringsheim, Jahrb. f. wissenschaftl. Botanik. Bd. VIII und IX.

jene Messungen ausgeführt, deren Wesen nachstehend angedeutet werden soll, und welche später in ihren Details folgen.

Der Hochstamm wurde in der Weise zersägt, dass demselben in Entfernung von je 2 M. eine, im Ganzen neun Scheiben entnommen wurden, deren grösste 2 M. vom Wurzelhalse, deren kleinste dem Wipfel angehörig und vom Wipfelende etwa 1·8 M. entfernt war.

Von den beiden Aesten und Wurzeln wurden, ihrer minderen Länge entsprechend, Scheiben untersucht, deren jede von der nächsten nur 0·5 M. abstand, und deren erste der Abzweigung vom Stamme oder der Hauptwurzel möglichst naheliegend gewählt wurde.

Die meisten dieser Scheiben hatten mehr weniger elliptischen oder ovalen Querschnitt. Um sich von diesem einige Vorstellung bilden zu können, wurde an jeder vorerst entrindeten Scheibe der grösste und weiters der auf dem Halbirungspunkte dieser senkrecht stehende kleinere Durchmesser bestimmt, welche beiden späterhin als lange und kurze Axe bezeichnet werden. Um ferner einen Anhaltspunkt für den excentrischen Verlauf der Jahresringe zu haben, wurde auch bei jeder Scheibe, den Mittelpunkt des Markes als Centrum betrachtet, der kürzeste und längste Radius notirt. Alle diese Scheiben wurden nur in einer Richtung, mit Ausnahme zweier, in der Richtung ihres längsten Radius untersucht; bei diesen zweien der Wurzel D angehörigen Scheiben, wo allzu excentrischer Wuchs solches nicht zuliess, wurde ein Radius von mittlerer Länge für die Messungen benützt. Die Wahl des längsten Radius mag darin ihre Begründung finden, dass solcher, von tellurischen und meteorischen Einflüssen abhängig gebildet, für gewöhnlich dieselbe Wachsthumszone des Hochstammes, meist nach ganz bestimmter Himmelsrichtung entwickelt, darstellt.

Die Ergebnisse der folgenden Messungen hätten sich wahrscheinlich in präciseren Zahlen ausgedrückt, wären die Scheiben nicht blos in einer, sondern in der Richtung ihres kürzesten und längsten, oder noch besser in vier unter Winkeln von 90 Grad zusammenstossenden Radien untersucht und die hieraus gewonnenen Mittelwerthe der Vergleichung unterzogen worden. Nachdem sich jedoch bei Prüfung auch nur eines einzigen, des längsten Radius jeder Scheibe, hinreichend deutliche Daten für berechtigte Schlüsse ergaben, konnte von einer so viel Zeit und Geduld erfordernden Mehrarbeit, in einem Falle, wo es sich nicht um die Individualität des Baumes, sondern um die in einem solchen allgemein waltenden anatomischen Gesetze handelt, füglich Umgang genommen werden.

Schon die Vorarbeiten dieser Studie lehrten den echten Jahrring von anderweitig abnorm gebildeten Zonen dadurch unterscheiden, dass sich ein solcher gegen die benachbarten Jahrringe stets scharf abgrenzt, dass er sich im ganzen Querschnitte eines Axentheiles vorfindet und wenigstens unter dem Mikroskope überall eine Differenzirung in Frühlings- und Herbstholz erkennen lässt. Im Stamme kann in dieser Beziehung nicht leicht eine Täuschung statthaben; aber in den Wurzeln und namentlich in dem derb gebauten Holze der Aeste kommen Jahrringe vor, welche keine oder nur die undeutlichsten Begrenzungen gegen die benachbarten Zonen erkennen lassen. In Aesten und Wurzeln können abnorm auftretende Zonen derbwandigerer Zellen Anlass geben, einen Jahrring für zwei zu zählen, wenn die oben angegebenen Unterscheidungsmerkmale nicht prägnant genug hervortreten, und in dem weitmaschigen, nicht immer sichtbar in Frühlings- und Herbstholz gesonderten Gewebe der innersten Holzringe einer Wurzel verschwinden nicht selten die Jahrringsgrenzen auch für das stark bewaffnete Auge.

Den solchen Undeutlichkeiten entspringenden Irrthümern gegenüber bleibt nur der Trost, dass sie für die Berechnung der aus so vielen Jahrringen einer Scheibe gewonnenen Durchschnittswerthe von keinem anderen Einflusse sind, als ein abnorm gebildeter Jahrring, wie sie in Aesten und Wurzeln häufig genug vorkommen, in gewissen Zonen zur Regel werden.

Die Messungen der Jahrring-, Frühlingsholz- und Herbstholzbreiten wurden durchwegs an mikroskopischen Schnitten bei 30- bis 100maliger Linearvergrösserung mit einem Ocularmikrometer ausgeführt, dessen Theilungswerth vorher genauestens bestimmt worden war. Der Werth der in den betreffenden Columnen figurirenden, sich aus der Multiplication ergebenden zwei Decimalstellen von Millimetern mag um so problematischer sein, als die Breite eines Holzringes und der ihn bildenden Zonen am selben Querschnitte nicht unbedeutenden Schwankungen unterliegt, und weiters ziemlich häufig, was die Fixirung der Grenze zwischen Frühlings- und Herbstholz betrifft, der Willkür des Messenden ein kleiner Spielraum gegeben ist; dennoch durften diese aus dem Grunde beibehalten werden, weil in Aesten und Wurzeln nicht nur Zonen von Frühlings- oder Herbstholz, sondern auch Jahrringe vorkommen, deren Breite nur in Hundertsteln von Millimetern ausgedrückt werden kann. Die Jahrringe jeder Scheibe wurden, um leichter unter einander vergleichbar zu sein und um deren Verlauf durch eine gewisse Wachsthumsstrecke verfolgen zu können, von Aussen nach Innen gezählt, so dass der mit Nr. 1 bezeichnete Jahrring jeder Scheibe dem äussersten, letztgebildeten entspricht. Bei Bestimmung der Grenze zwischen Frühlings- und Herbstholz wurden Zellen mit deutlicher Wandverdickung, sobald solche für die später gebildeten Zellen des Jahrringes constant blieb und zugleich möglichst peripherischen Verlauf zeigte, als erste dem Herbstholz angehörige Zellreihe gezählt. Schwierigkeiten in dieser Beziehung boten nur die inneren breiten Jahrringe, wie sie den unteren Stammpartien eigen und bei denen die Herbstgrenze in dem Maasse undeutlicher ist, je breiter sie sind. In den innersten Jahrringen der Wurzeln ist es häufig deren unmässige Excentricität, welche auf kleiner Fläche ins Extremste schwankend, den Werth genauer Messung illusorisch macht. Um das Verhältniss zwischen Frühlings- und Herbstholz für die einzelnen Jahrringe jeder Scheibe übersichtlicher zu gestalten, befindet sich in den folgenden Tafeln, welche die Details der Messungen enthalten, neben den Colonnen für Jahrrings-, Frühlingsholz- und Herbstholzbreite, noch eine Zahlenreihe, welche das Verhältniss der beiden letzteren zu einander, die Breite des Herbstholzes = 1 gesetzt, auf die erste Decimalstelle corrigirt, angibt.

Die Messungen der Grösse der Holzfasern wurden an mittelst des Schulz'schen Reagens hergestellten Macerationspräparaten, und weil eine Beziehung zwischen Holzfaserlänge und Jahrringsbreite nicht gefunden wurde, je nach der Zahl der in einer Scheibe enthaltenen Jahrringe und der Gunst ihrer Breite, für jeden sechsten, fünften, vierten oder dritten Jahrring ausgeführt. Wo warme Maceration nicht zum Ziele führte, ohne die Holzfasern stark anzugreifen, wie es bei Wurzelholz nicht selten der Fall war, wurden durch Einlegen der Holzsplitter in Alkohol und tagelanges kaltes Maceriren in Schulz'scher Lösung günstige Präparate erreicht. Im Stamme, wo die Jahrringe breit genug sind, konnten diese Messungen stets für einen ganz bestimmten Jahrring und, wie beabsichtigt, an einem der Grenze zwischen Frühlings- und Herbstholz entnommenen Splitterchen, das also stets Zellen beider Zonen enthielt, gemacht werden.

Anders häufig für die Aeste und besonders für die äusseren Jahrringe der Wurzeln, die an älteren Exemplaren zuweilen so schmal sind, dass erst deren 15 bis 20 die Breite

eines Millimeter ausmachen, in welchem Falle die Maceration und damit die Messungen für eine Gruppe von Jahrringen ausgeführt werden und gelten mussten, weil die Schwierigkeit einen einzelnen Jahrring auszuwählen und zu maceriren, zu gross, zu zeitraubend gewesen wäre. Wie selbstverständlich, wurden auch diese Messungen mit Ocularmikrometer, mit etwa 30maliger Vergrösserung für die Länge der Holzfasern, mit circa 190maliger Linearvergrösserung für die Breite und Wanddicke derselben ausgeführt. Was diese Messungen selbst betrifft, so darf erwähnt werden, dass für die Längenmessungen mit peinlichster Sorgfalt nur ganz intacte Zellen gewählt und deren mindestens 20, meist aber 25 bis 30 — darunter eine beiläufig gleiche Zahl von Frühlings- und Herbstzellen — für die Bestimmung eines Mittelwerthes gemessen wurden.

Bündel gleich langer Zellen, wie sie sich in den Macerationspräparaten vorfinden, wurden hierbei besonders berücksichtigt. Bei dem Grössenunterschiede der Zellen ein und desselben Jahrringes, der bis 4 Mm. betragen kann, würden, wollte man sich nicht blos mit Näherungswerthen zufrieden geben, sondern reelle Mittelwerthe suchen, nicht 20 bis 30, sondern kaum hunderte von Messungen ausreichen, ohne dass diese für unsere Zwecke besonders dienlicher gewesen wären. Hierzu kommt noch, dass in dem einen Jahrringe die Länge der Zellen mit ganz geringen Unterschieden um e i n e Grösse schwankt, während in anderen Jahrringen zwei oder mehrere Zellgrössen unvermittelt auftreten und man sich um gewissenhaft zu sein, zur Aufstellung mehrerer Mittelwerthe entschliessen müsste. Um in dieser Beziehung einen Massstab für die Grösse möglicher Bestimmungsfehler zu geben, sei erwähnt, dass Controlbestimmungen, wie sie häufig vorgenommen wurden, nie um mehr als im ungünstigsten Falle um 0·3 Mm. differirten. Die in einem Präparate auffindbare kürzeste und längste Zelle mussten die Grenzwerthe abgeben. Dass die Genauigkeit dieser von der zu ihrem Aufsuchen verwendeten Zeit und Mühe abhängt, ist klar, und mögen dieselben aus diesem Grunde nicht immer zutreffend sein. Gewiss unterliegen sie aber auch in Wirklichkeit in benachbarten Jahrringen derselben Scheibe grösseren Schwankungen, wie solche in den unten folgenden Details der Messungen auftreten.

Andere Messungen an diesen Macerationspräparaten bezogen sich auf die vorkommende tangentiale g r ö s s t e Breite der Frühlingsholz- und Herbstholzzellen und auf die b e d e u t e n d s t e Wandverdickung der letzteren. Es bedarf hier einer kurzen Begründung, warum nicht die normale, die mittlere Zellbreite, nicht die am häufigsten vorkommende Wanddicke, sondern ihre Extreme fixirt wurden. Der Grund hiervon liegt in der Annahme — und diese fand sich ja bestätigt — dass die Unterschiede in der Zellenbreite und deren Wandverdickung für die verschiedenen Theile des Baumes und die Jahrringe derselben bedeutend grösseren Schwankungen unterliegt, als diese Verhältnisse für dieselbe Zellenart eines Jahrringes extrem sein können; dass ferner eine Bestimmung dieser Grössen unverhältnissmässig schneller gelingt, weil ein Blick durch das Mikroskop auf das Präparat die besonders stark entwickelte Zelle rasch offenbart, und diese Eine viel schneller gemessen ist, als man mehrere normal gebaute sucht, sie misst und ihre Dimensionen zu einem Mittelwerthe vereinigt. Noch kann einer Bestimmung dieser Grössen an macerirten Zellen berechtigt der Einwurf gemacht werden, dass durch Maceration die Zellwand einerseits chemisch angegriffen, anderseits zum Quellen gebracht wird, und demgemäss auch nur ungenaue Daten gewonnen werden konnten. Dieser im Principe gerechte Vorwurf kann da, wo es sich nur um vergleichende Zahlen, gewonnen aus gleich behandelten Präparaten, um die Fest-

stellung extremer Verhältnisse, nicht etwa um Begründung einer Beziehung zwischen Festsubstanz und Volumen des Holzes handelt, nicht Stich halten, wenn damit eine weitaus zeitraubendere Methode umgangen wurde.

H. v. Mohl hatte es unternommen, die mittlere Breite von Holzfasern und deren Wandstärke auf sieben Decimalstellen von Pariser Linien zu berechnen, um diese mühevoll erarbeiteten Zahlen von Schacht schon in den ersten Ziffern angegriffen zu sehen.

Alles was auf das Wachsthum eines Baumes von Einfluss sein kann, dürfte auch auf die Entwicklung seiner Elementarorgane einwirken, und darum mag man es sich, so lange dergleichen Beziehungen nicht festgestellt sind, an einer geringeren Zahl von Decimalstellen genügen lassen.

Noch sei erwähnt, dass der Verfasser dieses alle Zahlen, auch solche, die durch ganz kleine Aenderungen in eine harmonische Reihe hätten gebracht werden können, unverändert, wie sie die Untersuchung ergab, gelassen hat, um das Urtheil über die Zulänglichkeit der Methode und der Schlüsse nicht zu beeinträchtigen.

Stamm.

Stammscheibe aus 2 M. Höhe.

Unregelmässig rund. Kurze Axe 30·0 Cm. Kürzester Radius 14·5 Cm.
101 Jahrringe. Lange „ 32·0 „ Längster „ 16·3 „

Laufende Nummer des Jahrringes	Breite des Jahrringes	Breite des Frühlingsholzes	Breite des Herbstholzes	Verhältniss des Herbstholzes zum Frühlingsholze, ersteres = 1 gesetzt	Die Zellenlänge schwankt von	Mittlere Zellenlänge	Grösste Breite der Frühlingsholzzellen	Grösste Breite der Herbstholzzellen	Stärkste Wanddicke der Herbstholzzellen
	Mm.	Mm.	Mm.		Mm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.
1 [1]	1·00	0·55	0·45	1·2					
2	0·66	0·36	0·30	1·2					
3	0·66	0·40	0·26	1·5					
4	0·76	0·66	0·10	6·6					
5	1·55	0·79	0·76	1·0	1·4—3·7	3·1	0·07	0·06	0·013
6	2·50	1·42	1·08	1·3					
7	1·52	0·64	0·88	0·7					
8	1·06	0·50	0·56	0·9					
9	0·43	0·26	0·17	1·5					
10	0·34	0·21	0·13	1·6	1·8—4·2	3·3	0·07	0·06	0·013
11	0·62	0·40	0·22	1·8					
12	0·70	0·48	0·22	2·2					
13	0·53	0·33	0·20	1·6					
14	0·30	0·21	0·09	2·3					
15	0·46	0·34	0·12	2·8	1·8—3·5	2·8	0·08	0·06	0·013
16	0·36	0·25	0·11	2·3					
17	0·58	0·38	0·20	1·9					
18	0·56	0·32	0·24	1·3					
19	0·70	0·50	0·20	2·5					
20	0·80	0·40	0·40	1·0	1·8—4·3	3·5	0·08	0·06	0·013
21	1·08	0·48	0·60	0·8					
22	0·66	0·46	0·20	2·3					
23	0·74	0·42	0·32	1·3					
24	0·82	0·42	0·40	1·0					
25	0·72	0·26	0·46	0·6	1·8—4·0	3·2	0·08	0·06	0·013
26	0·66	0·34	0·32	1·1					
27	0·60	0·44	0·16	2·7					
28	1·22	0·58	0·64	0·9					
29	0·82	0·40	0·42	0·9					
30	1·42	0·76	0·66	1·1	2·5—4·1	3·3	0·08	0·06	0·013
31	1·18	0·52	0·66	0·8					
32 [2]	1·40	0·84	0·56	1·5					
33	1·45	0·89	0·56	1·6					
34	1·04	0·64	0·40	1·6					
35	0·80	0·38	0·42	0·9	2·6—4·0	3·3	0·08	0·06	0·013
36	1·32	0·80	0·52	1·5					
37	0·78	0·46	0·32	1·4					
38	0·80	0·50	0·30	1·7					
39	0·96	0·50	0·46	1·1					
40	0·70	0·44	0·26	1·7	2·3—3·4	3·5	0·08	0·06	0·013
41	0·64	0·44	0·20	2·2					

[1] Keine Harzgänge. [2] Dieser und der folgende Jahrring haben besonders zahlreiche Harzgänge.

Laufende Nummer des Jahrringes	Breite des Jahrringes	Breite des Frühlingsholzes	Breite des Herbstholzes	Verhältniss des Herbstholzes zum Frühlingsholze, ersteres = 1 gesetzt	Die Zellenlänge schwankt von	Mittlere Zellenlänge	Grösste Breite der Frühlingsholzzellen	Grösste Breite der Herbstholzzellen	Stärkste Wanddicke der Herbstholzzellen
	Mm.	Mm.	Mm.		Mm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.
42	1·34	0·76	0·58	1·3					
43	1·35	0·83	0·52	1·6					
44	1·58	0·92	0·66	1·4					
45	2·00	1·24	0·76	1·6	1·9—4·8	3·3	0·08	0·06	0·013
46	1·60	0·78	0·82	0·9					
47	1·34	0·74	0·60	1·2					
48	1·28	0·76	0·52	1·5					
49	1·18	0·56	0·62	0·9					
50	1·28	0·72	0·56	1·3	1·7—4·0	2·9	0·08	0·05	0·013
51	0·72	0·38	0·34	1·1					
52	0·66	0·46	0·20	2·3					
53	0·68	0·38	0·30	1·3					
54	0·92	0·46	0·46	1·0					
55	0·92	0·46	0·46	1·0	1·6—3·6	3·0	0·08	0·05	0·013
56	0·62	0·30	0·32	0·9					
57	0·36	0·22	0·14	1·6					
58	0·22	0·16	0·06	2·7					
59	0·36	0·28	0·08	3·5					
60 [1]	2·36	1·55	0·81	1·9	1·6—3·3	2·9	0·08	0·05	0·013
61	2·02	1·20	0·82	1·5					
62	1·38	0·96	0·42	2·3					
63	1·22	0·64	0·58	1·1					
64	1·92	1·00	0·92	1·1					
65	1·28	0·78	0·50	1·6	1·6—3·3	2·8	0·08	0·05	0·013
66	1·36	0·94	0·42	2·2					
67	1·60	0·90	0·70	1·3					
68	1·38	1·06	0·32	3·3					
69	1·42	1·04	0·38	2·7					
70	1·59	0·88	0·71	1·2	1·6—3·1	2·4	0·08	0·05	0·013
71	2·10	1·50	0·60	2·5					
72	1·79	1·00	0·79	1·3					
73	1·52	1·10	0·42	2·6					
74	1·91	1·01	0·90	1·1					
75	1·50	0·90	0·60	1·5	1·5—3·1	2·6	0·08	0·05	0·013
76	1·50	1·00	0·50	2·0					
77	1·78	0·99	0·79	1·2					
78	1·30	0·90	0·40	2·2					
79	1·82	1·01	0·81	1·2					
80 [2]	1·28	0·70	0·58	1·2	1·5—3·2	2·6	0·08	0·05	0·013
81	1·60	0·90	0·70	1·3					
82	1·32	0·91	0·41	2·2					
83	1·40	0·60	0·80	0·7					
84 [3]	4·50	3·60	0·90	4·0					
85	2·54	1·84	0·70	2·6	1·5—3·0	2·4	0·08	0·05	0·010
86	1·70	1·30	0·40	3·2					
87	2·36	1·86	0·50	3·7					
88	3·20	2·90	0·30	9·7					

[1]) Harzgänge sehr zahlreich. — Mit diesem Jahrringe endet das verharzte Kernholz. — Eine Zelle 3·5 Mm. lang. [2]) Eine Zelle 3·6 Mm. lang. [3]) Im Frühlingsholze nahe der Herbstgrenze zwei Reihen von Harzgängen; auch das Herbstholz dieses Jahrringes sehr harzreich.

Laufende Nummer des Jahrringes	Breite des Jahrringes	Breite des Frühlingsholzes	Breite des Herbstholzes	Verhältniss des Herbstholzes zum Frühlingsholze, ersteres = 1 gesetzt	Die Zellenlänge schwankt von	Mittlere Zellenlänge	Grösste Breite der Frühlingsholzzellen	Grösste Breite der Herbstholzzellen	Stärkste Wanddicke der Herbstholzzellen
	Mm.	Mm.	Mm.		Mm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.
89 [1]	4·70	3·10	1·60	1·9					
90	4·64	2·90	1·74	1·7	1·1—2·9	2·3	0·06	0·04	0·008
91	4·92	3·62	1·30	2·8					
92	4·40	2·40	2·00	1·2					
93	3·90	2·90	1·00	2·9					
94	3·92	2·12	1·80	1·2	0·8—1·8	1·3	0·06	0·04	0·006
95	4·48	2·58	1·90	1·3					
96	5·00	2·00	3·00	0·7					
97	4·76	4·27	0·49	0·9	0·7—1·6	1·3	0·04	0·04	0·004
98	4.70	4·10	0·60	6·8					
99 [2]	2·22	1·51	0·71	2·1	0·7—1·5	1·1	0·04	0·03	0·004
100	3·04	2·54	0·50	5·1					
101	1·80	1·12	0·68	1·6	0·7—1·7	1·1	0·03	0·03	0·004

[1]) Im Herbstholz wenig, an der Grenze des Frühlingsholzes reichlich Harzgänge. [2]) Die innersten drei Jahrringe sehr harzreich.

Stammscheibe aus 4 M. Höhe.

Elliptisch. Kurze Axe 26·5 Cm. Kürzester Radius 12·0 Cm.
95 Jahrringe. Lange „ 30·5 „ Längster „ 16·0 „

Weil für den längsten Radius dieser Scheibe die Jahrringe in Folge eines abgestossenen und eingewachsenen Astes unregelmässig verzerrt, wurde der diametrale Radius (14·0 Cm.) untersucht.

1 [1]	1·09	0·60	0·49	1·2					
2	0·42	0·32	0·10	3·2					
3	0·46	0·29	0·17	1·7	2·5—3·8	3·1	0·07	0·04	0·013
4	0·82	0·63	0·19	3·3					
5	1·00	0·50	0·50	1·0					
6 [2]	0·66	0·43	0·23	1·7	2·3—3·8	3·1	0·07	0·04	0·013
7	0·43	0·33	0·10	3·3					
8	0·30	0·20	0·10	2·0					
9	0·23	0·17	0·06	2·8	2·3—3·8	3·5	0·07	0·04	0·013
10	0·13	0·10	0·03	3·3					
11	0·20	0·13	0·07	1·8					
12	0·43	0·33	0·10	3·3	2·4—3·9	3·4	0·07	0·04	0·013
13	0·56	0·39	0·17	2·3					
14	0·46	0·33	0·13	2·5					
15	0·43	0·27	0·16	1·7	2·3—3·7	4·1	0·07	0·04	0·013
16 [3]	0·50	0·40	0·10	4·0					
17	0·34	0·24	0·10	2·4					
18	0·46	0·39	0·07	5·6	2·3—3·9	4·1	0·08	0·04	0·015
19	0·66	0·49	0·17	2·9					
20	0·82	0·62	0·20	3·1					
21	1·12	0·62	0·50	1·2	2·3—4·0	3·2	0·08	0·04	0·015
22	1·65	0·83	0·82	1·0					
23	1·22	0·66	0·56	1·2					

[1]) Fast keine Harzgänge. [2]) Keine Harzgänge. [3]) Sehr wenig Harzgänge.

Laufende Nummer des Jahrringes	Breite des Jahrringes	Breite des Frühlingsholzes	Breite des Herbstholzes	Verhältniss des Herbstholzes zum Frühlingsholze, ersteres = 1 gesetzt	Die Zellenlänge schwankt von	Mittlere Zellenlänge	Grösste Breite der Frühlingsholzzellen	Grösste Breite der Herbstholzzellen	Stärkste Wanddicke der Herbstholzzellen
	Mm.	Mm.	Mm.		Mm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.
24	1·06	0·63	0·43	1·5	2·5—4·0	3·7	0·08	0·04	0·015
25	0·99	0·66	0·33	2·0					
26	1·25	0·80	0·45	1·8					
27	1·42	0·96	0·46	2·1	2·6—3·8	3·3	0·08	0·04	0·015
28 [1]	1·16	0·73	0·43	1·7					
29	1·78	0·92	0·86	1·1					
30	1·35	0·66	0·69	0·9	2·6—4·3	3·4	0·08	0·05	0·017
31	1·45	0·96	0·49	1·9					
32	1·16	0·73	0·43	1·7					
33	1·45	0·79	0·66	1·2	2·8—4·1	3·4	0·08	0·05	0·017
34	1·25	0·76	0·49	1·5					
35	1·16	0·76	0·40	1·9					
36	1·02	0·59	0·43	1·4	2·6—4·6	3·6	0·08	0·05	0·017
37	1·12	0·69	0·43	1·6					
38	0·99	0·69	0·30	2·3					
39	0·92	0·66	0·26	2·5	2·6—4·6	3·5	0·08	0·05	0·017
40	1·12	0·69	0·43	1·6					
41 [2]	0·99	0·66	0·33	2·0					
42	0·92	0·66	0·26	2·5	2·0—4·0	3·0	0·08	0·05	0·017
43	1·09	0·63	0·46	1·4					
44	0·89	0·53	0·36	1·5					
45	0·76	0.50	0·26	1·9	2·0—4·0	3·0	0·08	0·05	0·017
46	0·96	0·60	0·36	1·7					
47	0·86	0·53	0·33	1·6					
48	1·06	0·70	0·36	1·9	2·2—4·1	3·0	0·08	0·05	0·017
49	1·12	0·72	0·40	1·8					
50	1·06	0·66	0·40	1·6					
51	1·49	1·03	0·46	2·2	2·0—3·9	2·7	0·09	0·05	0·017
52	1·09	0·69	0·40	1·7					
53	1·25	0·75	0·50	1·5					
54	0·72	0·42	0·30	1·4	1·8—3·6	2·7	0·09	0·05	0·017
55	0·73	0·53	0·20	2·6					
56	1·02	0·76	0·26	2·9					
57	0·89	0·40	0·49	0·8	1·4—4·3	2·8	0·09	0·06	0·017
58	1·15	0·65	0·50	1·3					
59 [2]	1·29	0·79	0·50	1·6					
60	0·68	0·38	0·30	1·3	2·0—3·6	2·8	0·08	0·06	0·013
61	0·58	0·38	0·20	1·9					
62	0·86	0·69	0·17	4·0					
63 [3]	2·67	1·67	1·00	1·7	2·5—4·1	3·3	0·08	0·06	0·013
64	2·14	1·31	0·83	1·6					
65	1·48	0·98	0·50	2·0					
66	1·65	0·99	0·66	1·5	2·5—4·2	3·0	0·08	0·06	0·013
67	2·64	1·92	0·72	2·7					
68	1·65	1·15	0·50	2·3					
69	1·88	1·22	0·66	1·8	2·2—3·6	2·9	0·08	0·06	0·013
70	1·82	1·16	0·66	1·7					
71	1·82	0·82	1·00	0·8					
72	2·05	1·39	0·66	2·1	2·5—3·5	3·0	0·07	0·06	0·013

[1]) Wenig Harzgänge. [2]) Sehr wenig Harzgänge. [3]) Sehr zahlreiche Harzgänge.

Laufende Nummer des Jahrringes	Breite des Jahrringes	Breite des Frühlingsholzes	Breite des Herbstholzes	Verhältniss des Herbstholzes zum Frühlingsholze, ersteres = 1 gesetzt	Die Zellenlänge schwankt von	Mittlere Zellenlänge	Grösste Breite der Frühlingsholzzellen	Grösste Breite der Herbstholzzellen	Stärkste Wanddicke der Herbstholzzellen
	Mm.	Mm.	Mm.		Mm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.
73	2·54	1·53	1·01	1·5					
74	1·88	1·05	0·83	1·3					
75	1·42	1·09	0·33	3·3	2·6—3·3	3·0	0·07	0·06	0·013
76	1·78	1·33	0·45	2·9					
77 [1]	1·45	1·05	0·40	2·6					
78	1·90	1·40	0·50	2·8	2·6—3·3	2·8	0·07	0·06	0·013
79	1·50	1·14	0·36	3·2					
80	1·88	1·38	0·50	2·8					
81	1·52	1·16	0·36	3·2	2·0—3·0	2·6	0·06	0·06	0·013
82	2·08	1·58	0·50	3·2					
83	2·57	2·07	0·50	4·1					
84	2·59	1·76	0·83	2·1	2·1—3·2	2·5	0·06	0·05	0·008
85	4·29	2·31	1·98	1·2					
86 [2]	4·03	2·87	1·16	2·5					
87	3·30	2·48	0·82	3·0	1·1—1·8	1·4	0·05	0·04	0·008
88	2·77	1·61	1·16	1·4					
89	2·87	1·71	1·16	1·5					
90	3·63	2·31	1·32	1·7	1·2—2·1	1·6	0·05	0·04	0·006
91	3·53	2·31	1·22	1·9					
92	3·86	1·56	2·30	0·7					
93	2·30	1·00	1·30	0·8	1·1—2·0	1·5	0·04	0·04	0·006
94 [3]	1·52	1·19	0·33	3·6					
95	1·39	1·06	0·33	3·2	1·0—2·0	1·5	0·04	0·03	0·004

[1]) Wenig Harzgänge. Mit diesem Jahrringe endet das Kernholz. [2]) Ganz besonders reich an Harzgängen. [3]) Harzgänge in diesem und dem innersten Jahrringe am zahlreichsten. Eine Zelle 2·3 Mm. lang.

Stammscheibe aus 6 M. Höhe.

Regelmässig elliptisch, von zwei schwachen, eingewachsenen Aesten durchsetzt. — 86 Jahrringe.

Kurze Axe 23·0 Cm. Kürzester Radius 11·0 Cm.

Lange „ 24·4 „ Längster „ 12·3 „

1 [1]	1·25	0·75	0·50	1·5					
2	0·53	0·33	0·20	1·6					
3	0·52	0·35	0·17	2·0					
4	0·63	0·50	0·13	3·8	2·3—4·5	3·5	0·07	0·06	0.013
5	0·99	0·53	0·46	1·1					
6	1·12	0·49	0·63	0·8					
7	0·53	0·33	0·20	1.6					
8	0·40	0·27	0·13	2·1	2·6—4·5	3·5	0·07	0·06	0·013
9	0·27	0·21	0·06	3·5					
10	0·20	0·15	0·05	3·0					
11	0·13	0·07	0·06	1·2					
12	0·26	0·19	0·07	2·7	2·6—4·7	3·7	0·08	0·06	0·013

[1]) Fast keine Harzgänge, wie auch die folgenden Jahrringe von Nr. 7 bis incl. 19.

Laufende Nummer des Jahrringes	Breite des Jahrringes	Breite des Frühlingsholzes	Breite des Herbstholzes	Verhältniss des Herbstholzes zum Frühlingsholze, ersteres = 1 gesetzt	Die Zellenlänge schwankt von	Mittlere Zellenlänge	Grösste Breite der Frühlingsholzzellen	Grösste Breite der Herbstholzzellen	Stärkste Wanddicke der Herbstholzzellen
	Mm.	Mm.	Mm.		Mm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.
13	0·46	0·33	0·13	2·5					
14	0·79	0·46	0·33	1·4					
15	0·56	0·36	0·20	1·8					
16	0·69	0·43	0·26	1·6	2·8—4·4	4·0	0·09	0·06	0·017
17	0·40	0·27	0·13	2·1					
18	0·46	0·34	0·12	2·8					
19	0·55	0·42	0·13	3·2					
20	0·86	0·56	0·30	1·9	2·9—4·3	4·1	0·09	0·06	0·017
21	1·82	0·82	1·00	0·8					
22	1·58	0·75	0·83	0·9					
23	1·22	0·56	0·66	0·8					
24	0·99	0·66	0·33	2·0	3·3—4·2	3·8	0·08	0·06	0·017
25	0·99	0·66	0·33	2·0					
26	1·09	0·63	0·46	1·4					
27	1·05	0·62	0·43	1·4					
28	0·92	0·59	0·33	1·8	3·3—5·0	3·8	0·08	0·06	0·013
29	1·55	0·73	0·82	0·9					
30	1·32	0·66	0·66	1·0					
31 [1]	2·11	1·13	0·98	1·3					
32	1·55	0·89	0·66	1·3	2·6—5·1	3·6	0·08	0·06	0·013
33	1·65	0·96	0·69	1·4					
34	1·49	0·99	0·50	2·0					
35	1·42	0·83	0·59	1·4					
36	1·44	0·91	0·53	1·7	2·2—4·3	3·5	0·08	0·06	0·013
37	1·22	0·72	0·50	1·4					
38	0·92	0·62	0·30	2·1					
39	1·02	0·82	0·20	4·1					
40	1·02	0·59	0·43	1·4	2·3—4·4	3·6	0·08	0·06	0·013
41	1·06	0·73	0·33	2·2					
42	1·02	0·69	0·33	2·1					
43	1·25	0·75	0·50	1·5					
44	0·83	0·53	0·30	1·8	2·3—4·5	3·9	0·08	0·06	0·013
45	0·83	0·57	0·26	2·2					
46	1·12	0·53	0·59	0·9					
47	1·45	0·99	0·46	2·1					
48	1·42	0·83	0·59	1·4	2·3—4·2	3·3	0·08	0·06	0·013
49	1·22	0·69	0·53	1·3					
50	0·96	0·60	0·36	1·7					
51	1·68	1·09	0·59	1·8					
52	1·45	0·99	0·46	2·1	2·2—4·3	3·3	0·08	0·06	0·013
53	2·01	1·28	0·73	1·7					
54	1·22	0·72	0·50	1·4					
55	1·06	0·73	0·33	2·2					
56	1·52	0·89	0·63	1·4	2·3—3·9	3·3	0·08	0·06	0·013
57	1·72	1·22	0·50	2·4					
58	1·75	1·02	0·73	1·4					
59	1·55	1·05	0·50	2·1					
60 [2]	0·89	0·56	0·33	1·7	2·3—4·3	3·2	0·08	0·06	0·013

[1] Sehr reich an Harzgängen. [2] Eine Zelle nur 1·8 Mm. lang.

Laufende Nummer des Jahrringes	Breite des Jahrringes	Breite des Frühlingsholzes	Breite des Herbstholzes	Verhältniss des Herbstholzes zum Frühlingsholze, ersteres = 1 gesetzt	Die Zellenlänge schwankt von	Mittlere Zellenlänge	Grösste Breite der Frühlingsholzzellen	Grösste Breite der Herbstholzzellen	Stärkste Wanddicke der Herbstholzzellen
	Mm.	Mm.	Mm.		Mm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.
61	0·59	0·42	0·17	2·5					
62	0·92	0.72	0·20	3·6					
63	3·07	2·41	0·66	3·6					
64	3·07	2·08	0·99	2·1	2·0—3·4	3·0	0·08	0·06	0·013
65	2·05	1·32	0·73	1·8					
66	1·68	1·09	0·59	1·8					
67	2·48	1·72	0·76	2·3					
68	1·88	1·32	0·56	2·3	1·8—3·4	2·5	0·07	0·06	0·013
69	1·75	1·42	0·33	4·3					
70	1·82	1·39	0·43	3·2					
71	1·78	1·28	0·50	2·6					
72 [1]	2·31	1·81	0·50	3·6	1·7—3·0	2·5	0·07	0·06	0·013
73 [2]	3·04	2·25	0·79	2·8					
74	2·28	1·52	0·76	2·0					
75	1·52	1·12	0·40	2·8					
76	2·51	1·64	0·87	1·9	1·4—2·4	2·0	0·07	0·06	0·013
77	2·07	1·64	0·43	3·8					
78 [3]	2·18	1·85	0·33	5·6					
79	2·15	1·60	0·55	2·9					
80	1·65	1·32	0·33	4·0	1·1—2·2	1·5	0·06	0·04	0·008
81	2·64	2·24	0·40	5·6					
82	3·96	3·46	0·50	6·9					
83	2·64	2·31	0·33	7·0	0·9—1·8	1·4	0·05	0·04	0·006
84 [4]	2·31	2·05	0·26	7·9					
85 [5]	2·21	1·95	0·26	7·5					
86	2·11	1·94	0·17	11·4	0·8—1·3	1·0	0·04	0·03	0·004

[1]) Mehrere Zellen nur 1·2 Mm. lang. [2]) Mit diesem Jahrringe endet das stark verharzte Kernholz. [3]) Im Frühlingsholze dieses Jahrringes eine 0·30 Mm. breite Zone tangential plattgedrückter, stärker verdickter Zellen. [4]) Herbstgrenze fast unkenntlich; nur etwa vierzehn Zellreihen mit Sicherheit dem Herbstholz angehörig. [5]) Die beiden innersten Jahrringe am reichsten an Harzgängen unter allen der Scheibe.

Stammscheibe aus 8 M. Höhe.

Elliptisch. Kurze Axe 20·3 Cm. Kürzester Radius 9·7 Cm.
76 Jahrringe. Lange „ 25·5 „ Längster „ 13·3 „

1	0·73	0·51	0·22	2·3					
2	0·46	0·38	0·08	4·7					
3	0·43	0·33	0·10	3·3					
4 [1]	0·73	0·60	0·13	4·6	2·2—4·2	3·8	0·08	0·07	0·017
5	1·35	0·80	0·55	1·4					
6	1·75	0·86	0·89	1·0	2·2—4·1	3·3	0·08	0·05	0·017
7	0·50	0·30	0·20	1·5					
8	0·40	0·32	0·08	4·0					

[1]) Eine Holzfaser 5·1 Mm. lang.

Laufende Nummer des Jahrringes	Breite des Jahrringes	Breite des Frühlings-holzes	Breite des Herbstholzes	Verhältniss des Herbst-holzes zum Frühlings-holze, ersteres = 1 gesetzt	Die Zellenlänge schwankt von	Mittlere Zellenlänge	Grösste Breite der Frühlings-holzzellen	Grösste Breite der Herbstholz-zellen	Stärkste Wanddicke der Herbstholz-zellen
	Mm.	Mm.	Mm.		Mm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.
9	0·30	0·23	0·07	3·3					
10	0·20	0·16	0·04	4·0					
11	0·23	0·18	0·05	3·6					
12	0·33	0·23	0·10	2·3	2·3—4·0	3·3	0·08	0·05	0·017
13	0·63	0·46	0·17	2·7					
14	0·92	0·66	0·26	2·5					
15	0·53	0·40	0·13	3·1					
16	0·73	0·56	0·17	3·3	2·3—4·0	3·5	0·08	0·05	0·017
17	0·43	0·30	0·13	2·3					
18	0·46	0·36	0·10	3·6					
19	0·86	0·60	0·26	2·3					
20	1·22	0·89	0·33	2·7	2·4—4·0	3·4	0·09	0·05	0·017
21	1·49	0·90	0·59	1·5					
22	1·72	1·06	0·66	1·6					
23	1·09	0·76	0·33	2·3					
24	0·79	0·59	0·20	2·9	2·3—4·3	3·5	0·09	0·05	0·017
25	0·82	0·65	0·17	3·8					
26	0·76	0·59	0·17	3·5					
27	1·02	0·76	0·26	2·9					
28	0·66	0·49	0·17	2·9	2·4—4·7	3·8	0·09	0·06	0·017
29	1·16	0·80	0·36	2·2					
30	1·58	1·02	0·56	1·8					
31	1·98	1·32	0·66	2·0					
32	1·75	0·89	0·86	1·0	2·4—4·7	3·6	0·09	0·06	0·017
33	1·68	0·86	0·82	1·0					
34 [1]	2·08	1·42	0·66	2·1					
35	1·78	1·22	0·56	2·2					
36 [2]	1·55	0·89	0·66	1·3	2·4—4·5	3·5	0·09	0·06	0·020
37	1·48	1·05	0·43	2·4					
38	1·00	0·77	0·23	3.3					
39	1·09	0·89	0·20	4·4					
40	1·00	0·74	0·26	2·8	2·4—4·3	3·5	0·09	0·06	0·017
41	1·32	1·09	0·23	4·7					
42	1·12	0·79	0·33	2·4					
43	1·68	1·25	0·43	2·9					
44	1·55	1·12	0·43	2·6	2·1—3·6	3·2	0·08	0·06	0·017
45	1·85	1·42	0·43	3·3					
46	1·78	1·12	0·66	1·7					
47	2·48	1·65	0·83	2·0					
48	2·05	1·39	0·66	2·1	2·0—3·7	3·0	0·08	0·05	0·017
49	2·18	1·62	0·56	2·9					
50	1·95	1·52	0·43	3·5					
51	2·48	1·89	0·59	3·2					
52	2·48	1·82	0·66	2·7	1·9—3·7	3·1	0·08	0·05	0·015
53	3·07	2·24	0·83	2·7					
54	1·85	1·29	0·56	2·3					
55	2·24	1·71	0·53	3·2					
56	2·81	1·62	1·19	1·4	1·6—3·1	2·8	0·08	0·05	0·015
57	3·86	2·44	1·42	1·7					

[1]) Sehr reich an Harzgängen. [2]) Eine Zelle nur 1·9 Mm. lang.

Laufende Nummer des Jahrringes	Breite des Jahrringes	Breite des Frühlings-holzes	Breite des Herbstholzes	Verhältniss des Herbst-holzes zum Frühlings-holze, ersteres = 1 gesetzt	Die Zellenlänge schwankt von	Mittlere Zellenlänge	Grösste Breite der Frühlings-holzzellen	Grösste Breite der Herbstholz-zellen	Stärkste Wanddicke der Herbstholz-zellen
	Mm.	Mm.	Mm.		Mm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.
58	3·66	2·87	0·79	3·6					
59	4·09	3·10	0·99	3·1					
60	3·70	2·41	1·29	1·9	1·2—3·0	2·1	0·08	0·05	0·013
61	2·97	2·15	0·82	2·6					
62	1.81	1·18	0·63	1·9					
63	4·13	3·30	0·83	4·0					
64 [1])	3·99	3·13	0·86	3·6	1·2—2·5	2·2	0·07	0·05	0·013
65	1·98	1·39	0·59	2·3					
66	1·58	1·08	0·50	2·2					
67	3·63	2·74	0·89	3·1					
68	2·38	1·39	0·99	1·4	1·3—2·2	1·9	0·07	0·05	0·008
69	2·21	1·48	0·73	2·0					
70	3·20	2·77	0·43	6·4					
71	3·30	2·51	0·79	3·2					
72	3·83	3·37	0·46	7·3	1·3 —1·9	1·6	0·06	0·04	0·006.
73	3·63	3·17	0·46	6·9					
74 [2])	2·57	2·37	0·20	11·8	1·1—1·7	1·3	0·05	0·04	0·006
75 [3])	1·49	1·26	0·23	5·5	0·9—1·5	1·2	0·05	0·03	0·004
76	2·02	1·79	0·23	7·8	0·8—1·3	1·1	0·05	0·02	0·004

[1]) Mit diesem Jahrringe endet das Kernholz. [2]) Nahe der Herbstgrenze befindet sich im Frühlingsholze dieses Jahrringes eine 0·07 Mm. breite Zone derbwandiger tangential plattgedrückter Zellen. Im Herbstholze dieses Jahrringes eine einreihige Zone zartwandiger, weitlumiger Zellen. [3]) Die beiden innersten Jahrringe besonders reich an Harzgängen.

Stammscheibe aus 10 M. Höhe.

Elliptisch. Kurze Axe 18·0 Cm. Kürzester Radius 8·7 Cm.
64 Jahrringe. Lange „ 21·5 „ Längster „ 11·0 „

1	1·22	0·73	0·49	1·5					
2	0·56	0·43	0·13	3·3					
3	0·43	0·33	0·10	3·3					
4 [1])	0·56	0·46	0·10	4·6	2·8—3·5	3·6	0·08	0·05	0·015
5	1·32	0·82	0·50	1·6					
6	1·55	1·02	0·53	1·9					
7	0·76	0·43	0·33	1·3					
8	0·43	0·30	0·13	2·3	2·8—4·1	3·5	0·08	0·06	0·015
9 [2])	0·40	0·33	0·07	4·7					
10	0·17	0·14	0·03	4·7					
11	0·43	0·30	0·13	2·3					
12 [3])	0·73	0·50	0·23	2·2	2·8—4·5	4·0	0·08	0·06	0·017
13	1·28	0·85	0·43	2·0					
14	0·96	0·69	0·27	2·5					
15	1·15	0·75	0·40	1·9					
16	0·73	0·50	0.23	2·2	2·6—4·6	4·2	0·08	0·06	0·017
17	0·69	0·52	0·17	3·0					

[1]) Eine Holzfaser 4·7 Mm. lang. [2]) Wenig Harzgänge. [3]) Zwei Zellen 4·8 Mm. lang.

Laufende Nummer des Jahrringes	Breite des Jahrringes	Breite des Frühlingsholzes	Breite des Herbstholzes	Verhältniss des Herbstholzes zum Frühlingsholze, ersteres = 1 gesetzt	Die Zellenlänge schwankt von	Mittlere Zellenlänge	Grösste Breite der Frühlingsholzzellen	Grösste Breite der Herbstholzzellen	Stärkste Wanddicke der Herbstholzzellen
	Mm.	Mm.	Mm.		Mm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.
18	0·73	0·60	0·13	4·6					
19	1·32	1·06	0·26	4·1					
20	1·62	0·80	0·82	1·0	2·6—4·5	3·3	0·08	0·06	0·015
21	2·38	1·06	1·32	0·8					
22 [1]	1·29	0·73	0·56	1·3					
23	0·79	0·59	0·20	2·9					
24 [1]	0·89	0·66	0·23	2·9	2·6—4·4	3·8	0·08	0·06	0·015
25	1·22	0·82	0·40	2·0					
26	1·52	1·09	0·43	2·5					
27	1·22	0·92	0·30	3·1					
28	1·75	1·12	0·63	1·8	2·5—3·9	3·2	0·08	0·06	0·015
29	1·68	1·02	0·66	1·5					
30	1·82	1·36	0·46	2·9					
31	1·65	1·12	0·53	2·1					
32	2·64	1·81	0·83	2·2	2·4—3·7	3·3	0·08	0·06	0·015
33	2·18	1·42	0·76	1·9					
34	1·72	1·19	0·53	2·2					
35	1·32	0·86	0·46	1·9					
36	1·78	1·42	0·36	3·9	2·1—4·2	3·5	0·08	0·06	0·015
37	1·49	0·99	0·50	2·0					
38	1·65	1·22	0·43	2·8					
39	1·68	1·28	0·40	3·2					
40 [2]	1·42	1·09	0·33	3·3	2·1—4·1	3·7	0·08	0·05	0·013
41	0·99	0·76	0·23	3·3					
42	1·09	0·83	0·26	3·2					
43	1·22	0·86	0·36	2·4					
44	1·45	1·12	0·33	3·4	1·9—4·0	3·5	0·07	0·05	0·010
45	2·05	1·59	0·46	3·4					
46	2·90	2·57	0·33	7·8					
47	2·67	1·94	0·73	2·6					
48	2·28	1·69	0·59	2·9	1·6—3·3	3·0	0·07	0·05	0·010
49	1·85	1·19	0·66	1·8					
50	2·44	1·78	0·66	2·7					
51	2·97	2·28	0·69	3·3	1·6—3·3	2·9	0·06	0·05	0·008
52	3·80	3·30	0·50	6·6					
53	1·91	1·18	0·73	1·6					
54 [3]	1·39	0·83	0·56	1·5	1·6—3·0	2·4	0·06	0·05	0·008
55	3·20	2·04	1·16	1·7					
56 [4]	2·54	1·58	0·96	1·6					
57	3·60	3·07	0·53	5·8	1·5—3·0	2·0	0·06	0·05	0·008
58	2·84	2·08	0·76	2·7					
59	3·30	2·51	0·79	3·2	1·1—2·0	1·6	0·06	0·04	0·008
60 [5]	2·55	1·86	0·69	2·7					
61	2·24	1·51	0·73	2·1	0·8—1·7	1·3	0·05	0·04	0·007
62	2·01	1·42	0·59	2·4					
63	1·75	1·42	0·33	4·3	0·7—1·5	1·2	0·04	0·03	0·005
64	1·45	1·12	0·33	3·4	0·6—1·3	1·0	0·03	0·02	0·003

[1]) Wenig Harzgänge. [2]) Eine Holzfaser 5·0 Mm. lang. [3]) Das zuerst angesetzte Herbstholz aus weitlumigen, nur wenig verdickten Zellen bestehend. [4]) Herbstholz wie bei Nr. 54. [5]) Sehr reich an Harzgängen, wie auch alle folgenden Jahrgänge. Mit Jahrring Nr. 60 endet das Kernholz.

Stammscheibe aus 12 M. Höhe.

Unregelmässig elliptisch. — In der Richtung der grossen Axe von zwei starken Aesten durchsetzt. — 56 Jahrringe.

Kurze Axe 13·2 Cm. Kürzester Radius 6·4 Cm.
Lange „ 15·3 „ Längster „ 7·8 „

Laufende Nummer des Jahrringes	Breite des Jahrringes	Breite des Frühlingsholzes	Breite des Herbstholzes	Verhältniss des Herbstholzes zum Frühlingsholze, ersteres = 1 gesetzt	Die Zellenlänge schwankt von	Mittlere Zellenlänge	Grösste Breite der Frühlingsholzzellen	Grösste Breite der Herbstholzzellen	Stärkste Wanddicke der Herbstholzzellen
	Mm.	Mm.	Mm.		Mm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.
1	0·99	0·63	0·36	1·7					
2	0·63	0·50	0·13	3·8					
3	0·50	0·40	0·10	4·0					
4 [1])	0·79	0·66	0·13	5·1	2·9—4·0	3·6	0·07	0·05	0·013
5	1·19	0·69	0·50	1·4					
6	1·98	1·22	0·76	1·6					
7	1·29	0·65	0·64	1·0					
8	0·89	0·59	0·30	2·0	2·9—4·3	3·7	0·07	0·05	0·015
9 [2])	0·56	0·36	0·20	1·8					
10	0·43	0·28	0·15	1·9					
11	0·33	0·26	0·07	3·7					
12	0·56	0·41	0·15	2·7	2·7—4·3	3·6	0·07	0·05	0·015
13	0·92	0·59	0·33	1·8					
14	0·69	0·39	0·30	1·3					
15	0·76	0·43	0·33	1·3					
16	0·59	0·39	0·20	1·9	2·7—4·3	3·5	0·07	0·05	0·015
17	0·53	0·36	0·17	2·1					
18	0·66	0·40	0·26	1·5					
19	0·56	0·36	0·20	1·8					
20	0·56	0·46	0·10	4·6	2·3—4·2	3·2	0·08	0·05	0·015
21	1·48	0·75	0·73	1·0					
22	1·32	0·73	0·59	1·2					
23	0·89	0·56	0·33	1·7					
24	0·99	0·56	0·43	1·3	2·6—4·2	3·2	0·08	0·05	0·013
25	0·92	0·49	0·43	1·1					
26	1·06	0·63	0·43	1·5					
27	0·89	0·59	0·30	2·0					
28	0·73	0·53	0·20	2·6	2·6—4·0	3·2	0·08	0·05	0·013
29	1·06	0·63	0·43	1·5					
30	0·96	0·53	0·43	1·2					
31	1·19	0·66	0·53	1·2					
32	0·96	0·60	0·36	1·7	2·6—3·4	3·1	0·08	0·05	0·013
33	1·52	0·79	0·73	1·1					
34	1·65	0·99	0·66	1·5					
35	1·49	0·86	0·63	1·4					
36	1·78	0·69	1·09	0·6	2·3—3·4	2·9	0·07	0·05	0·010
37	1·91	0·92	0·99	0·9					
38	1·85	0·83	1·02	0·8					
39	2·30	0·91	1·39	0·6					
40	1·45	0·95	0·50	1·9	2·3—3·4	2·8	0·06	0·05	0·010
41	1·12	0·76	0·36	2·1					
42	1·42	1·12	0·30	3·7					

[1]) Eine Holzfaser 4·5 Mm. lang. [2]) In den Jahrringen Nr. 9—12 wenig Harzgänge.

Laufende Nummer des Jahrringes	Breite des Jahrringes	Breite des Frühlingsholzes	Breite des Herbstholzes	Verhältniss des Herbstholzes zum Frühlingsholze, ersteres = 1 gesetzt	Die Zellenlänge schwankt von	Mittlere Zellenlänge	Grösste Breite der Frühlingsholzzellen	Grösste Breite der Herbstholzzellen	Stärkste Wanddicke der Herbstholzzellen
	Mm.	Mm.	Mm.		Mm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.
43	1·16	0·76	0·40	1·9					
44	1·39	1·03	0·36	2·9	2·1—3·4	2·8	0·06	0·05	0·008
45	1·72	1·39	0·33	4·2					
46	1·98	1·52	0·46	3·3					
47	2·48	2·28	0·20	1·1					
48 [1]	3·14	2·81	0·33	8·5	1·5—3·0	2·2	0·06	0·05	0·008
49	2·81	2·15	0·66	3·2					
50	1·55	1·12	0·43	2·6					
51	2·18	1·75	0·43	4·1	1·2—2·3	2·0	0·06	0·04	0·008
52 [2]	1·52	0·76	0·76	1·0					
53	1·52	1·02	0·50	2·0	0·9—1·6	1·2	0·04	0·03	0·006
54	1·75	1·42	0·33	4·3					
55	1·25	1·02	0·23	4·4	0·8—1·4	1·1	0·04	0·03	0·004
56	1·32	1·22	0·10	12·2	0·7—1·4	1·0	0·03	0·03	0·003

[1]) Im Frühlingsholze dieses Jahrringes, doch nahe der Herbstholzgrenze, eine peripherisch verlaufende Reihe enggestellter Harzgänge. [2]) Mit diesem Jahrringe endet das verharzte Kernholz.

Stammscheibe aus 14 M. Höhe.

Schwach elliptisch. Kurze Axe 13·3 Cm. Kürzester Radius 6·0 Cm.
42 Jahrringe. Lange „ 15·0 „ Längster „ 7·8 „

1 [1]	1·02	0·66	0·36	1·8					
2	0·69	0·52	0·17	3·0					
3	0·59	0·46	0·13	3·5					
4	1·19	0·89	0·30	3·0	2·6—4·1	3·3	0·07	0·06	0·013
5	2·11	1·45	0·66	2·2					
6	2·36	1·73	0·63	2·7					
7	2·18	1·19	0·99	1·2					
8	1·95	1·29	0·66	1·9	2·7—4·1	3·4	0·07	0·06	0·015
9	1·45	0·79	0·66	1·2					
10	1·02	0·56	0·46	1·2					
11	0·69	0·52	0·17	3·0					
12	0·99	0·73	0·26	2·8	2·5—4·0	3·3	0·08	0·05	0·015
13	1·52	1·09	0·43	2·5					
14	1·82	1·19	0.63	1·9					
15	2·05	1·36	0·69	2·0					
16	2·28	1·52	0·76	2·0	2·2—3·8	3·2	0·08	0·05	0·015
17	1·95	1·29	0·66	1·9					
18 [1]	1·75	1·02	0·73	1·4					
19	1·19	0·86	0·33	2·6					
20	1·32	1·02	0·30	3·4	2·1—3·4	3·1	0·07	0·05	0·015
21	2·01	1·18	0·83	1·4					
22	2·44	1·52	0·92	1·6					

[1]) Wenig Harzgänge.

Laufende Nummer des Jahrringes	Breite des Jahrringes	Breite des Frühlingsholzes	Breite des Herbstholzes	Verhältniss des Herbstholzes zum Frühlingsholze, ersteres = 1 gesetzt	Die Zellenlänge schwankt von	Mittlere Zellenlänge	Grösste Breite der Frühlingsholzzellen	Grösste Breite der Herbstholzzellen	Stärkste Wanddicke der Herbstholzzellen
	Mm.	Mm.	Mm.		Mm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.
23	2·48	1·89	0·59	3·2					
24	2·11	1·28	0·83	1·5	1·7—3·3	2·7	0·07	0·04	0·013
25	1·48	1·02	0·46	2·2					
26	1·85	1·06	0·79	1·3					
27	1·62	1·16	0·46	2·5					
28	1·06	0·83	0·23	3·6	1·7—3·2	2·6	0·07	0·04	0·010
29 [1]	1·98	1·39	0·59	2·3					
30	2·05	1·49	0·56	2·7					
31	2·64	2·05	0·59	3·5					
32	2·41	1·59	0·82	1·9	1·5—2·8	2·4	0·06	0·04	0·010
33	2·97	2·16	0·81	2·7					
34	1·81	1·08	0·73	1·5					
35	2·67	1·88	0·79	2·4	1·1—2·6	2·0	0·05	0·04	0·008
36	2·81	1·98	0·83	2·4					
37	2·87	2·01	0·86	2·3	1·0—2·2	1·7	0·05	0·04	0·004
38	2·31	1·78	0·53	3·3					
39	1·62	1·26	0·36	3·5	0·9—1·7	1·4	0·04	0·04	0·004
40	1·52	1·12	0·40	2·8					
41	1·35	1·12	0·23	4·9	0·8—1·6	1·2	0·04	0·04	0·004
42	1·06	0·93	0·13	7·1	0·4—1·6	1·0	0·04	0·03	0·004

[1]) Sehr reich an Harzgängen und dieselben an Zahl in jedem folgenden Jahrringe zunehmend.

Stammscheibe aus 16 M. Höhe.

Schwach elliptisch.	Kurze Axe 8·5 Cm.	Kürzester Radius 4·2 Cm.
29 Jahrringe.	Lange „ 9·0 „	Längster „ 4·6 „

1 [1]	1·68	1·28	0·40	3·2					
2 [1]	1·06	0·73	0·33	2·2					
3 [2]	0·56	0·43	0·13	3·3	2·1—4·1	3·3	0·07	0·05	0·008
4 [1]	0·96	0·83	0·13	6·4					
5	0·86	0·66	0·20	3·3					
6	1·94	1·58	0·36	4·4	2·0—3·8	3·0	0·08	0·05	0·013
7	2·00	1·60	0·40	4·0					
8	1·78	1·26	0·52	2·4					
9 [1]	1·39	0·99	0·40	2·5	2·0—3·3	2·8	0·07	0·05	0·013
10	0·92	0·59	0·33	1·8					
11	0·92	0·74	0·18	4·1					
12 [1]	1·62	1·36	0·26	5·2	1·7—3·3	2·6	0·07	0·05	0·015
13	1·65	1·35	0·30	4·5					
14 [3]	1·32	1·15	0·17	1·6					
15 [2]	1·98	1·31	0·67	1·9	1·5—3·3	2·4	0·07	0·06	0·015
16	1·95	1·45	0·50	2·9					
17	1·68	1·15	0·53	2·1					
18	1·98	1·42	0·56	2·5	1·2—2·8	2·3	0·06	0·05	0·013

[1]) Reich an Harzgängen. [2]) Fast keine Harzgänge. [3]) Zahlreiche Harzgänge im Frühlingsholze.

Laufende Nummer des Jahrringes	Breite des Jahrringes	Breite des Frühlingsholzes	Breite des Herbstholzes	Verhältniss des Herbstholzes zum Frühlingsholze, ersteres = 1 gesetzt	Die Zellenlänge schwankt von	Mittlere Zellenlänge	Grösste Breite der Frühlingsholzzellen	Grösste Breite der Herbstholzzellen	Stärkste Wanddicke der Herbstholzzellen
	Mm.	Mm.	Mm.		Mm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.
19 [1]	1·62	1·39	0·23	6·0					
20	1·32	0·96	0·36	2·7					
21	0·99	0·69	0·30	2·3	1·1—2·6	2·1	0·05	0·05	0·010
22	1·95	1·62	0·33	4·9					
23	2·21	1·92	0·29	6·6					
24 [2]	1·91	1·45	0·46	3·1	0·9—2·0	1·6	0·05	0·04	0·008
25	1·22	0·90	0·32	2·8					
26	1·78	1·62	0·16	10·1					
27	1·15	1·02	0·13	7·8	0·5—1·3	1·1	0·04	0·04	0·006
28	1·12	0·99	0·13	7·6					
29	1·00	0·64	0·36	1·8	0·5—1·1	0·8	0·03	0·03	0·004

[1]) Reich an Harzgängen, wie auch der folgende Jahrring. [2]) Harzgänge nach innen zu immer zahlreicher.

Stammscheibe aus 18 M. Höhe.

Schwach elliptisch. Kurze Axe 2·4 Cm. Kürzester Radius 1·0 Cm.
13 Jahrringe. Lange „ 2·6 „ Längster „ 1·4 „

1	1·12	0·92	0·20	4·6					
2	0·76	0·50	0·26	1·9					
3 [1]	0·53	0·48	0·05	9·6	1·2—2·0	1·7	0·06	0·05	0·006
4	0·49	0·42	0·07	6·0					
5	0·30	0·23	0·07	3·3					
6	0·59	0·43	0·16	2·7	0·9—1·7	1·5	0·05	0·04	0·008
7 [2]	1·25	1·02	0·23	4·4					
8	1·49	1·16	0·33	3·5					
9	1·06	0·83	0·23	3·6	0·7—1·4	1·2	0·04	0·04	0·008
10 [3]	0·73	0·56	0·17	3·3					
11	0·53	0·43	0·10	4·3	0·7—1·4	1·1	0·04	0·04	0·006
12	0·96	0·89	0·07	12·7					
13	1·41	1·31	0·10	13·1	0·4—1·2	0·8	0·03	0·03	0·004

[1]) Harzgänge in diesem, wie auch in dem nächsten Jahrringe spärlich. [2]) Harzgänge zahlreich. [3]) Reich, jeder folgende Jahrring noch reicher an Harzkanälen.

Ast A.

Scheibe nahe dem Stamme.

Schwach elliptisch. Kurze Axe 4·0 Cm. Kürzester Radius 1·8 Cm.
35 Jahrringe. Lange „ 4·3 „ Längster „ 2·4 „

Laufende Nummer des Jahrringes	Breite des Jahrringes	Breite des Frühlingsholzes	Breite des Herbstholzes	Verhältniss des Herbstholzes zum Frühlingsholze, ersteres = 1 gesetzt	Die Zellenlänge schwankt von	Mittlere Zellenlänge	Grösste Breite der Frühlingsholzzellen	Grösste Breite der Herbstholzzellen	Stärkste Wanddicke der Herbstholzzellen
	Mm.	Mm.	Mm.		Mm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.
1 [1]	0·27	0·12	0·15	0·8					
2	0·17	0·09	0·08	1·1					
3	0·21	0·08	0·13	0·6					
4	0·18	0·06	0·12	0·5					
5	0·73	0·21	0·52	0·4	0·9—1·7	1·4	0·04	0·04	0·008
6	0·82	0·17	0·65	0·3					
7	0·76	0·11	0·65	0·2					
8	0·32	0·15	0·17	0·9					
9	0·22	0·12	0·10	1·2					
10	0·10	0·04	0·06	0·7	1·0—1·9	1·5	0·04	0·04	0·008
11	0·30	0·08	0·22	0·4					
12	0·70	0·16	0·54	0·3					
13	0·58	0·08	0·50	0·2					
14	0·40	0·14	0·26	0·5					
15	0·50	0·10	0·40	0·2	0·9—1·8	1·5	0·04	0·04	0·008
16	0·60	0·08	0·52	0·1					
17	0·82	0·18	0·64	0·3					
18	0·54	0·20	0·34	0·6					
19	0·40	0·24	0·16	1·5					
20	0·54	0·14	0·40	0·3	0·9—1·7	1·4	0·04	0·04	0·008
21	0·52	0·20	0·32	0·6					
22	0·60	0·20	0·40	0·5					
23	0·76	0·30	0·46	0·6					
24	0·48	0·12	0·36	0·3					
25	0·68	0·33	0·35	0·9	0·8—1·5	1·0	0·04	0·03	0·006
26	0·80	0·40	0·40	1·0					
27	0·57	0·34	0·23	1·5					
28 [2]	0·76	0·58	0·18	3·2					
29 [3]	1·26	0·26	1·00	0·3	0·6—1·4	0·8	0·04	0·03	0·006
30 [4]	1·16	0·84	0·32	2·6					
31	1·00	0·42	0·58	0·7	0·5—1·2	0·8	0·04	0·03	0·004
32	1·10	0·26	0·84	0·3					
33	1·06	0·18	0·88	0·2	0·5—1·1	0·7	0·04	0·03	0·004
34 [5]	0·88	0·82	0·06	13·7					
35	0·78	0·38	0·40	0·9	0·4—1·0	0·6	0·04	0·03	0·002

1) In den Jahrringen Nr. 1 bis 27 Harzgänge nur sehr vereinzelt. 2) Im Frühlingsholze dieses Jahrringes zwei etwa 0·13 Mm. breite Zonen stark abgeplatteter derbwandiger Zellen, allmälig ins Frühlingsholz verlaufend und darum nicht als Jahrringe gezählt. 3) Harzgänge in den letzten sieben Jahrringen etwas zahlreicher. 4) Dieser Jahrring ganz abnorm gebaut; Frühlings- und Herbstholz scheinen vertauscht. 5) Dieser Jahrring im Gegensatze zu den übrigen aus ganz besonders breiten, weitlumigen Zellen gebaut.

Scheibe 0·5 M. vom Stamme.

Fast kreisrund. Kurze Axe 3·4 Cm. Kürzester Radius 1·4 Cm.
32 Jahrringe. Lange „ 3·5 „ Längster „ 2·1 „

Laufende Nummer des Jahrringes	Breite des Jahrringes	Breite des Frühlingsholzes	Breite des Herbstholzes	Verhältniss des Herbstholzes zum Frühlingsholze, ersteres = 1 gesetzt	Die Zellenlänge schwankt von	Mittlere Zellenlänge	Grösste Breite der Frühlingsholzzellen	Grösste Breite der Herbstholzzellen	Stärkste Wanddicke der Herbstholzzellen
	Mm.	Mm.	Mm.		Mm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.
1 [1]	0·09	0·08	0·01	8·0					
2	0·12	0·08	0·04	2·0					
3	0·06	0·04	0·02	2·0					
4	0·03	0·01	0·02	0·5	1·5—2·5	2·0	0·04	0·04	0·006
5	0·52	0·42	0·10	4·2					
6	0·50	0·35	0·15	2·3					
7	0·46	0·33	0·13	2·5					
8	0·31	0·19	0·12	1·6	1·4—2·6	2·1	0·05	0·04	0·006
9	0·22	0·12	0·10	1·2					
10	0·17	0·11	0·06	1·8					
11	0·13	0·09	0·04	2·2					
12	0·58	0·18	0·40	4·5	1·4—2·3	2·0	0·05	0·04	0·008
13	0·44	0·18	0·26	0·7					
14	0·50	0·18	0·32	0·6					
15	0·44	0·18	0·26	0·7					
16	0·52	0·39	0·13	3·0	1·3—2·1	1·8	0·05	0·04	0·008
17	0·65	0·31	0·34	0·9					
18	0·70	0·20	0·50	0·4					
19	0·64	0·24	0·40	0·6					
20	0·72	0·23	0·49	0·5	1·1—2·0	1·5	0·04	0·04	0·008
21	0·96	0·12	0·84	0·1					
22	0·98	0·12	0·86	0·1					
23	0·94	0·22	0·72	0·3					
24	0·62	0·22	0·40	0·5	0·9—1·7	1·4	0·04	0·04	0·008
25	0·78	0·38	0·40	0·9					
26	1·10	0·58	0·52	1·1					
27	0·88	0·40	0·48	0·8	0·7—1·7	1·2	0·04	0·04	0·008
28	0·86	0·63	0·23	2·7					
29 [2]	1·17	0·65	0·52	1·2					
30	0·79	0·72	0·07	10.3	0·7—1·7	1·3	0·04	0·04	0·006
31 [3]	1·10	1·04	0·06	17·3					
32	0·90	0·75	0·15	5·0	0·7—1·5	1·1	0·04	0·03	0·006

[1]) Harzgänge in den Jahrringen Nr. 1 bis 28 nur sehr vereinzelt. [2]) Die letzten vier Jahrringe etwas reicher an Harzgängen. [3]) Im Frühlingsholze eine Zellreihe stark abgeplattet und derbwandig.

Scheibe 1·0 M. vom Stamme.

Elliptisch. Kurze Axe 2·6 Cm. Kürzester Radius 1·1 Cm.
28 Jahrringe. Lange „ 3·0 „ Längster „ 1·6 „

Laufende Nummer des Jahrringes	Breite des Jahrringes	Breite des Frühlingsholzes	Breite des Herbstholzes	Verhältniss des Herbstholzes zum Frühlingsholze, ersteres = 1 gesetzt	Die Zellenlänge schwankt von	Mittlere Zellenlänge	Grösste Breite der Frühlingsholzzellen	Grösste Breite der Herbstholzzellen	Stärkste Wanddicke der Herbstholzzellen
	Mm.	Mm.	Mm.		Mm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.
1 [1]	0·10	0·04	0·06	0·7					
2	0·12	0·10	0·02	5·0					
3	0·08	0·05	0·03	1·7					
4	0·14	0·10	0·04	2·5	1·3—2·5	1·7	0·05	0·04	0·006
5	0·23	0·18	0·05	3·6					
6	0·66	0·50	0·16	3·1					
7	0·72	0·20	0·52	0·4					
8	0·35	0·23	0·12	1·9	1·0—2·3	1·8	0·05	0·04	0·008
9	0·27	0·18	0·09	2·0					
10	0·12	0·08	0·04	2·0					
11	0·04	0·01	0·03	0·3					
12	0·50	0·34	0·16	2·1	1·0—2·2	1·8	0·05	0·04	0·008
13	0·56	0·16	0·40	0·4					
14 [2]	0·60	0·14	0·46	0·3					
15	0·64	0·32	0·32	1·0					
16	0·49	0·13	0·36	0·4	1·0—1·9	1·6	0·05	0·04	0·008
17 [3]	0·66	0·51	0·15	3·4					
18 [4]	0·60	0·48	0·12	4·0					
19	0·40	0·15	0·25	0·6					
20	0·57	0·31	0·26	1·2	0·8—1·7	1·4	0·04	0·04	0·006
21	0·48	0·25	0·23	1·1					
22	0·78	0·20	0·58	0·3					
23	0·94	0·80	0·14	5·7	0·8—1·5	1·3	0·04	0·04	0·006
24	0·44	0·34	0·10	3·4					
25	0·65	0·49	0·16	3·1					
26	0·72	0·65	0·07	9·3	0·7—1·4	1·2	0·04	0·04	0·006
27	0·78	0·73	0·05	14·6					
28	0·78	0·72	0·06	12·0	0·5—1·3	1·1	0·04	0·03	0·004

[1]) Harzgänge in den Jahrringen Nr. 1 bis 13 nur sehr vereinzelt. [2]) Harzgänge in diesem und dem folgenden Jahrringe etwas zahlreicher. [3]) In Mitte des Frühlingsholzes eine 0·10 Mm. breite Zone derbwandiger Zellen. [4]) Wie der vorige Jahrring gebaut; Harzgänge zahlreich und nach innen zu immer zahlreicher.

Scheibe 1·5 M. vom Stamme.

Schwach elliptisch. Kurze Axe 2·1 Cm. Kürzester Radius 1·0 Cm.
23 Jahrringe. Lange „ 2·4 „ Längster „ 1·2 „

1 [1]	0·13	0·07	0·06	1·2					
2	0·17	0·11	0·06	1·8					
3	0·14	0·08	0·06	1·3					
4	0·26	0·14	0·12	1·2					

[1]) Harzgänge in den Jahrringen Nr. 1 bis 9 nur sehr vereinzelt.

Laufende Nummer des Jahrringes	Breite des Jahrringes	Breite des Frühlingsholzes	Breite des Herbstholzes	Verhältniss des Herbstholzes zum Frühlingsholze, ersteres = 1 gesetzt	Die Zellenlänge schwankt von	Mittlere Zellenlänge	Grösste Breite der Frühlingsholzzellen	Grösste Breite der Herbstholzzellen	Stärkste Wanddicke der Herbstholzzellen
	Mm.	Mm.	Mm.		Mm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.
5	0·15	0·07	0·08	0·9	1·0—2·3	1·5	0·04	0·04	0·006
6	0·60	0·22	0·38	0·6					
7	0·66	0·24	0·42	0·6					
8	0·66	0·24	0·42	0·6					
9	0·62	0·30	0·32	0·9					
10 [1]	0·18	0·08	0·10	0·8	1·0—2·3	1·7	0·04	0·04	0·008
11 [2]	0·09	0·07	0·02	3·5					
12	0·09	0·06	0·03	2·0					
13	0·42	0·12	0·30	0·4					
14	0·56	0·14	0·42	0·3	0·9—2·2	1·7	0·04	0·04	0·008
15	0·54	0·10	0·44	0·2					
16	0·78	0·32	0·46	0·7					
17 [3]	0·72	0·62	0·10	6·2	0·8—1·8	1·5	0·04	0·04	0·006
18	0·53	0·27	0·26	1·0					
19	0·50	0·24	0·26	0·9	0·7—1·7	1·4	0·04	0·04	0·006
20 [4]	0·35	0·26	0·09	2·9					
21 [5]	0·54	0·41	0·13	3·1	0·6—1·7	1·2	0·04	0·03	0·006
22	0·92	0·87	0·05	17·4					
23	0·74	0·69	0·05	13·8	0·5—1·5	1·1	0·04	0·03	0·006

[1]) Harzgänge zahlreicher. [2]) Harzgänge in diesem und den folgenden fünf Jahrringen nur sehr spärlich. [3]) Harzgänge in den noch folgenden Jahrringen zahlreich. [4]) In Mitte des Frühlingsholzes eine 0·06 Mm. breite Zone derbwandiger Zellen. [5]) Das Frühlingsholz beginnt mit derbwandigen und schliesst mit nur wenig verdickten Zellen.

Scheibe 2·0 M. vom Stamme.

Schwach elliptisch. Kurze Axe 1·5 Cm. Kürzester Radius 0·7 Cm.
16 Jahrringe. Lange „ 1·6 „ Längster „ 0·8 „

1 [1]	0·30	0·18	0·12	1·2					
2	0·40	0·27	0·13	2·1					
3	0·20	0·10	0·10	1·0					
4	0·15	0·09	0·06	1·5	0·7—1·6	1·3	0·04	0·03	0·006
5	0·38	0·12	0·26	0·5					
6	0·42	0·10	0·32	0·3					
7	0·27	0·09	0·18	0·5					
8	0·56	0·24	0·32	0·7	0·6—1·5	1·2	0·04	0·03	0·006
9	0·54	0·40	0·14	2·8					
10	0·53	0·13	0·40	0·3					
11	0·46	0·14	0·32	0·4	0·6—1·5	1·1	0·04	0·03	0·006
12 [2]	0·20	0·03	0·17	0·2					
13	0·49	0·15	0·34	0·4					
14	0·28	0·20	0·08	2·5	0·5—1·4	1·2	0·03	0·03	0·004
15	0·40	0·37	0·03	12·3					
16	0·78	0·70	0·08	8·7	0·5—1·2	1·0	0·03	0·03	0·004

[1]) Harzgänge in den Jahrringen Nr. 1 bis 11 nur sehr vereinzelt. [2]) Dieser und die folgenden Jahrringe haben sehr zahlreiche Harzgänge.

Ast B.

Scheibe nahe dem Stamme.

Schwach elliptisch. Kurze Axe 4·5 Cm. Kürzester Radius 2·1 Cm.
33 Jahrringe. Lange „ 5·3 „ Längster „ 3·0 „

Laufende Nummer des Jahrringes	Breite des Jahrringes	Breite des Frühlingsholzes	Breite des Herbstholzes	Verhältniss des Herbstholzes zum Frühlingsholze, ersteres = 1 gesetzt	Die Zellenlänge schwankt von	Mittlere Zellenlänge	Grösste Breite der Frühlingsholzzellen	Grösste Breite der Herbstholzzellen	Stärkste Wanddicke der Herbstholzzellen
	Mm.	Mm.	Mm.		Mm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.
1 [1]	0·45	0·16	0·29	0·5					
2	0·47	0·16	0·31	0·5					
3	0·24	0·11	0·13	0·8					
4	0·63	0·35	0·28	1·2	1·2—2·0	1·4	0·04	0·04	0·008
5	0·35	0·20	0·15	1·3					
6	0·84	0·34	0·50	0·7					
7	0·79	0·23	0·56	0·4					
8	0·91	0·28	0·63	0·4	1·1—1·7	1·2	0·05	0·04	0·010
9	0·60	0·29	0·31	0·9					
10	0·28	0·18	0·10	1·8					
11	0·32	0·20	0·12	1·7					
12	0·49	0·21	0·28	0·7	0·7—1·7	1·2	0·04	0·04	0·008
13	1·06	0·70	0·36	1·9					
14 [2]	1·12	0·42	0·70	0·6					
15	1·12	0·17	0·95	0·2					
16 [3]	1·37	0·74	0·63	1·2	0·7—1·5	1·2	0·04	0·04	0·008
17	1·26	0·42	0·84	0·5					
18	1·61	0·68	0·93	0·7					
19	1·22	0·38	0·84	0·5					
20	1·54	0·56	0·98	0·6	0·7—1·5	1·2	0·04	0·04	0·008
21	0·66	0·23	0·43	0·5					
22	1·06	0·16	0·90	0·2					
23	1·27	0·19	1·08	0·2					
24	1·30	0·31	0·99	0·3	0·7—1·3	1·1	0·04	0·04	0·008
25	1·39	0·29	1·10	0·3					
26	0·60	0·24	0·36	0·7					
27	0·83	0·69	0·14	4·9					
28 [4]	0·77	0·21	0·56	0·4	0·6—1·5	1·1	0·04	0·04	0·004
29	1·31	0·50	0·81	0·6					
30 [5]	0·78	0·64	0·14	4·6					
31 [6]	0·98	0·78	0·20	3·9	0·6—1·4	1·1	0·04	0·03	0·004
32	0·98	0·90	0·08	11·2					
33	1·19	1·06	0·13	8·1	0·5—1·3	1·0	0·04	0·03	0·004

[1]) In den Jahrringen Nr. 1 bis 13 nahezu keine Harzgänge. [2]) Mehr Harzgänge. In Mitte des Herbstholzes eine drei bis vier Zellen breite Zone stark tangential plattgedrückter Zellen. [3]) Alle Jahrringe bis inclusive Nr. 30 besitzen nur sehr wenig Harzgänge. [4]) Das Herbstholz schliesst mit weitlumigen, zartwandigen Zellen. [5]) In Mitte des Jahrringes eine Zone besonders weitlumiger, dünnwandiger Zellen. [6]) Harzgänge zahlreich und in den folgenden Jahrringen noch zahlreicher.

Scheibe 0·5 M. vom Stamme.

Schwach elliptisch. Kurze Axe 4·0 Cm. Kürzester Radius 1·9 Cm.
29 Jahrringe. Lange „ 4·5 „ Längster „ 2·5 „

Laufende Nummer des Jahrringes	Breite des Jahrringes	Breite des Frühlingsholzes	Breite des Herbstholzes	Verhältniss des Herbstholzes zum Frühlingsholze, ersteres = 1 gesetzt	Die Zellenlänge schwankt von	Mittlere Zellenlänge	Grösste Breite der Frühlingsholzzellen	Grösste Breite der Herbstholzzellen	Stärkste Wanddicke der Herbstholzzellen
	Mm.	Mm.	Mm.		Mm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.
1 [1]	0·60	0·46	0·14	3·3					
2	0·45	0·27	0·18	1·5					
3 [2]	0·42	0·34	0·08	4·2					
4	0·78	0·58	0·20	2·9	1·3—2·6	1·9	0·05	0·04	0·008
5	0·58	0·43	0·15	2·9					
6	0·91	0·70	0·21	3·3					
7	0·79	0·63	0·16	3·9					
8	0·71	0·49	0·22	2·2	1·4—2·6	2·0	0·06	0·04	0·008
9	0·56	0·42	0·14	3·0					
10	0·28	0·18	0·10	1·8					
11	0·33	0·23	0·10	2·3					
12	0·43	0·21	0·22	0·9	1·3—2·5	1·8	0·05	0·05	0·008
13	1·06	0·62	0·44	1·4					
14	0·80	0·43	0·37	1·2					
15	1·01	0·38	0·63	0·6					
16	1·12	0·56	0·56	1·0	1·2—2·1	1·6	0·05	0·04	0·008
17 [3]	1·40	0·49	0·91	0·5					
18 [4]	1·34	0·84	0·50	1·7					
19	0·78	0·60	0·18	3·3					
20	0·85	0·28	0·57	0·5	1·0—1·8	1·4	0·05	0·04	0·008
21	0·70	0·35	0·35	1·0					
22 [3]	0·90	0·76	0·14	5·4					
23	0·88	0·46	0·42	1·1					
24 [5]	1·36	0·66	0·70	0·9	1·0—1·6	1·2	0·05	0·04	0·008
25	0·68	0·54	0·14	3·8					
26 [6]	1·27	1·14	0·13	8·8					
27	1·19	1·05	0·14	7·5	0·9—1·4	1·2	0·05	0·03	0·006
28	1·48	1·26	0·22	5·7					
29	0·90	0·78	0·12	6·5	0·7—1·3	1·0	0·04	0·03	0·004

[1]) Keine Harzgänge. In Mitte des Frühlingsholzes eine 0·16 Mm. breite Zone derbwandiger Zellen. [2]) Wenig Harzgänge, wie auch in den folgenden Jahrringen Nr. 4, 5, 6, 9, 10, 12 und 15. [3]) Fast keine Harzgänge. [4]) Das Frühlingsholz beginnt mit derbwandigen (0·45 Mm.) und schliesst mit weitlumigen Zellen. [5]) Frühlingsholz: fünf Zellreihen weitlumig (0·14 Mm.); hierauf eine Zone stark verdickter Zellen (0·32 Mm.) und schliesst an diese eine (0·20 Mm.) Zone normal gebauter Frühlingsholzzellen. [6]) Das Frühlingsholz beginnt mit einer 0·29 Mm. breiten Zone derbwandiger Zellen. — Harzgänge zahlreich und in den folgenden drei Jahrringen noch zahlreicher.

Scheibe 1·0 Meter vom Stamme.

Fast kreisrund. Kurze Axe 3·0 Cm. Kürzester Radius 1·2 Cm.
23 Jahrringe. Lange „ 3·0 „ Längster „ 1·8 „

Laufende Nummer des Jahrringes	Breite des Jahrringes	Breite des Frühlingsholzes	Breite des Herbstholzes	Verhältniss des Herbstholzes zum Frühlingsholze, ersteres = 1 gesetzt	Die Zellenlänge schwankt von	Mittlere Zellenlänge	Grösste Breite der Frühlingsholzzellen	Grösste Breite der Herbstholzzellen	Stärkste Wanddicke der Herbstholzzellen
	Mm.	Mm.	Mm.		Mm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.
1 [1]	0·27	0·19	0·08	2·4					
2 [2]	0·25	0·18	0·07	2·6					
3	0·10	0·06	0·04	1·5	1·1—2·3	1·7	0·05	0·04	0·006
4	0·19	0·13	0·06	2·2					
5	0·49	0·36	0·13	2·8					
6	0·37	0·29	0·08	3·6	1·1—2·3	1·7	0·05	0·04	0·008
7	0·44	0·37	0·07	5·3					
8	0·70	0·57	0·13	4·4					
9	0·72	0·37	0·35	1·0	1·0—1·8	1·5	0·05	0·04	0·006
10	0·18	0·09	0·09	1·0					
11	0·39	0·15	0·24	0·6					
12	1·04	0·58	0·46	1·3	0·8—1·8	1·3	0·05	0·04	0·004
13	0·99	0·81	0·18	4·5					
14	0·99	0·71	0·28	2·5					
15	1·19	0·70	0·49	1·4	0·8—1·5	1·1	0·04	0·04	0·004
16	1·51	0·98	0·53	1·8					
17	1·71	1·14	0·57	2·0					
18	1·12	0·71	0·41	1·7	0·7—1·4	1·0	0·04	0·04	0·002
19	0·82	0·64	0·18	3·5					
20	0·84	0·54	0·30	1·8					
21	0·90	0·41	0·49	0·8	0·7—1·2	0·9	0·03	0·03	0·002
22 [3]	1·12	0·79	0·33	2·4					
23	1·50	1·15	0·35	3·3	0·5—1·0	0·7	0·02	0·02	0·002

[1] Keine Harzgänge. [2] In den Jahrringen Nr. 2 bis 7 wenig Harzgänge. [3] Harzgänge zahlreich, wie auch im innersten Jahrringe. — Im Allgemeinen die Zellen aller Jahrringe dieser Scheibe, verglichen jenen der benachbarten Scheiben, in ihren Dimensionen verkümmert. (Einfluss eines Seitenastes?)

Scheibe 1·5 Meter vom Stamme.

Fast kreisrund. Kurze Axe 2·2 Cm. Kürzester Radius 1·1 Cm.
18 Jahrringe. Lange „ 2·2 „ Längster „ 1·1 „

1 [1]	0·35	0·25	0·10	2·5					
2 [2]	0·34	0·27	0·07	3·8					
3	0·19	0·16	0·03	5·3	1·1—2·1	1·6	0·05	0·04	0·006
4	0·17	0·12	0·05	2·4					
5	0·57	0·42	0·15	2·8					
6	0·57	0·42	0·15	2·8	1·1—2·1	1·6	0·05	0·04	0·006
7	0·66	0·49	0·17	2·9					
8	0·45	0·34	0·11	3·1					
9	0·53	0·32	0·21	1·5	1·0—2·1	1·6	0·05	0·04	0·008

[1] Keine Harzgänge. [2] Wenig Harzgänge.

Laufende Nummer des Jahrringes	Breite des Jahrringes	Breite des Frühlings-holzes	Breite des Herbstholzes	Verhältniss des Herbst-holzes zum Frühlings-holze, ersteres = 1 gesetzt	Die Zellenlänge schwankt von	Mittlere Zellenlänge	Grösste Breite der Frühlings-holzzellen	Grösste Breite der Herbstholz-zellen	Stärkste Wanddicke der Herbstholz-zellen
	Mm.	Mm.	Mm.		Mm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.
10	0·35	0·27	0·08	3·4					
11	0·38	0·32	0·06	5·3					
12	0·83	0·61	0·22	2·8	1·0—2·0	1·5	0·04	0·04	0·008
13	0·62	0·48	0·14	3·4					
14	0·57	0·43	0·14	3·1					
15	0·92	0·75	0·17	4·4	0·9—1·8	1·2	0·04	0·04	0·008
16 [1])	0·73	0·60	0·13	4·6					
17	0·84	0·73	0·11	6·6					
18	0·98	0·91	0·07	1·3	0·6—1·7	1·0	0·03	0·04	0·004

[1]) Zahlreiche Harzgänge und in den folgenden Jahrringen noch mehr.

Scheibe 2·0 Meter vom Stamme.

Schwach elliptisch. Kurze Axe 1·7 Cm. Kürzester Radius 0·6 Cm.
15 Jahrringe. Lange „ 1·9 „ Längster „ 1·0 „

1	0·36	0·26	0·10	2·6					
2	0·57	0·42	0·15	2·8					
3	0·34	0·18	0·16	1·1	0·8—1·8	1·4	0·05	0·04	0·006
4	0·22	0·17	0·05	3·4					
5 [1])	0·36	0·29	0·07	4·1					
6	0·90	0·45	0·45	1·0	0·7—1·5	1·2	0·04	0·04	0·008
7	1·12	0·59	0·53	1·1					
8	0·88	0·53	0·35	1·5					
9	1·01	0·45	0·56	0·8	0·7—1·5	1·2	0·04	0·04	0·008
10	0·57	0·29	0·28	1·0					
11 [2])	0·08	0·05	0·03	1·7					
12	0·39	0·22	0·17	1·3	0·7—1·5	1·2	0·04	0·04	0·006
13	0·56	0·41	0·15	2·7					
14	0·70	0·53	0·17	3·1					
15 [3])	1·26	1·18	0·08	14·7	0·6—1·3	1·0	0·04	0·04	0·004

[1]) Im Frühlingsholze zwei schmale Zonen derbwandiger Zellen. [2]) Als Jahrring aufgefasst, weil deutlich in der ganzen Scheibe differenzirt. [3]) Eine Zelle 1·7 Mm. lang.

Seitenwurzel C.

Scheibe nahe der Abzweigung von der Hauptwurzel.

Elliptisch, mehr oval. Kurze Axe 7·5 Cm. Kürzester Radius 3·6 Cm.
96 Jahrringe. Lange „ 9·5 „ Längster „ 4·8 „

Laufende Nummer des Jahrringes	Breite des Jahrringes	Breite des Frühlingsholzes	Breite des Herbstholzes	Verhältniss des Herbstholzes zum Frühlingsholze, ersteres = 1 gesetzt	Die Zellenlänge schwankt von	Mittlere Zellenlänge	Grösste Breite der Frühlingsholzzellen	Grösste Breite der Herbstholzzellen	Stärkste Wanddicke der Herbstholzzellen
	Mm.	Mm.	Mm.		Mm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.
1 [1])	0·08	0·06	0·02	3·0					
2	0·08	0·06	0·02	3·0					
3	0·12	0·05	0·07	0·7					
4 [2])	0·24	0·14	0·10	1·4	2·9—4·8	3·9	0·08	0·05	0·017
5	0·16	0·10	0·06	1·7					
6	0·20	0·11	0·09	1·2					
7	0·10	0·07	0·03	2·3	2·0—3·5	2·5	0·08	0·05	0·017
8	0·09	0·06	0·03	2·0					
9	0·12	0·08	0·04	2·0					
10	0·15	0·09	0·06	1·5	2·0—4·1	3·0	0·07	0·05	0·017
11	0·22	0·13	0·09	1·4					
12	0·14	0·08	0·06	1·3					
13	0·16	0·11	0·05	2·2	2·0—4·4	3·3	0·07	0·05	0·017
14	0·07	0·04	0·03	1·3					
15	0·06	0·02	0·04	0·5					
16	0·62	0·26	0·36	0·7	2·0—4·5	3·5	0·07	0·05	0·017
17	0·66	0·20	0·46	0·4					
18	0·62	0·30	0·32	0·9					
19	0·24	0·18	0·06	3·0	2·1—4·7	3·6	0·07	0·05	0·017
20 [3])	0·20	0·11	0·09	1·2					
21	0·24	0·10	0·14	0·7					
22	0·30	0·18	0·12	1·5	2·2—4·5	4·0	0·08	0·06	0·017
23	0·16	0·10	0·06	1·7					
24	0·46	0·16	0·30	0·5					
25 [4])	0·36	0·19	0·17	1·1	2·2—4·4	3·6	0·08	0·06	0·017
26	0·40	0·20	0·20	1·0					
27	0·30	0·18	0·12	1·5					
28	0·64	0·30	0·34	0·9	2·4—4·3	3·5	0·08	0·06	0·017
29	0·56	0·30	0·26	1·1					
30	0·50	0·32	0·18	1·8					
31	0·48	0·14	0·34	0·4	2·4—4·2	3·3	0·08	0·06	0·017
32	0·36	0·20	0·16	1·2					
33	0·42	0·26	0·16	1·6					
34	0·42	0·20	0·22	0·9	2·7—4·4	3·8	0·08	0·06	0·017
35	0·62	0·20	0·42	0·5					
36	0·40	0·21	0·19	1·1					

[1]) Harzgänge in den Jahrringen Nr. 1 bis 19, ohne Rücksicht auf breitere oder schmälere Jahrringe, spärlich über die Fläche verstreut. [2]) Eine Zelle nur 2·1 Mm. lang. [3]) Die Gruppe Jahrringe Nr. 20 bis 24 besitzt nahezu keine Harzgänge. [4]) Harzgänge in den Jahrringen Nr. 25 bis 47 sparsam, aber gleichmässig vertheilt.

Laufende Nummer des Jahrringes	Breite des Jahrringes	Breite des Frühlingsholzes	Breite des Herbstholzes	Verhältniss des Herbstholzes zum Frühlingsholze, ersteres = 1 gesetzt	Die Zellenlänge schwankt von	Mittlere Zellenlänge	Grösste Breite der Frühlingsholzzellen	Grösste Breite der Herbstholzzellen	Stärkste Wanddicke der Herbstholzzellen
	Mm.	Mm.	Mm.		Mm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.
37	0·40	0·14	0·26	0·5	2·7—4·4	3·8	0·08	0·06	0·017
38	0·32	0·19	0·13	1·5					
39	0·23	0·14	0·09	1·5					
40	0·16	0·10	0·06	1·7	2·7—4·5	3·7	0·08	0·06	0·017
41	0·30	0·16	0·14	1·1					
42	0·22	0·11	0·11	1·0					
43	0·59	0·23	0·36	0·6	1·9—4·8	3·4	0·08	0·06	0·015
44	0·30	0·08	0·22	0·4					
45	0·25	0·10	0·15	0·7					
46	0·34	0·19	0·15	1·3	2·3—3·8	3·0	0·08	0·06	0·015
47	0·24	0·16	0·08	2·0					
48 [1]	0·66	0·33	0·33	1·0					
49	0·33	0·10	0·23	0·4	2·3—3·8	3·3	0·08	0·06	0·015
50	0·14	0·10	0·04	2·5					
51	0·23	0·11	0·12	0·9					
52	0·16	0·09	0·07	1·3	2·0—4·3	3·2	0·08	0·06	0·015
53	0·26	0·14	0·12	1·2					
54	0·20	0·11	0·09	1·2					
55	0·66	0·34	0·32	1·1	1·5—4·8	3·0	0·08	0·06	0·015
56	0·66	0·33	0·33	1·0					
57	0·20	0·12	0·08	1·5					
58	0·30	0·16	0·14	1·1	1·5—4·3	2·8	0·08	0·06	0·015
59	1·74	0·88	0·86	1·0					
60	2·40	0·42	1·98	0·2					
61	0·50	0·34	0·16	2·1	1·5—3·6	2·6	0·08	0·06	0·015
62	0·59	0·23	0·36	0·6					
63	0·92	0·26	0·66	0·4					
64	0·38	0·22	0·16	1·4	1·7—3·4	2·8	0·08	0·06	0·015
65	1·00	0·46	0·54	0·8					
66	0·62	0·10	0·52	0·2					
67	0·30	0·18	0·12	1·5	1·8—4·0	2·8	0·08	0·06	0·017
68	1·12	0·43	0·69	0·6					
69	0·72	0·42	0·30	1·4					
70	0·78	0·38	0·40	0·9	1·7—4·0	3·0	0·08	0·06	0·017
71	0·62	0·28	0·34	0·8					
72	0·32	0·16	0·16	1·0					
73	0·90	0·22	0·68	0·3	2·1—4·5	3·8	0·08	0·06	0·017
74	0·20	0·09	0·11	0·8					
75	0·14	0·06	0·08	0·7					
76	1·45	0·93	0·52	1·8	2·2—4·5	3·5	0·08	0·06	0·017
77 [2]	0·76	0·26	0·50	0·5					
78	0·70	0·38	0·32	1·2					
79	1·38	0·68	0·70	1·0	2·0—4·2	3·1	0·08	0·06	0·015
80	1·20	0·76	0·44	1·7					
81	1·52	0·86	0·66	1·3					
82	0·86	0·36	0·50	0·7	1·4—3·8	3·1	0·08	0·06	0·015
83	1·12	0·62	0·50	1·2					

[1]) Harzgänge von diesem Jahrringe an zahlreicher. [2]) Herbstholz mit zartwandigen Zellen schliessend.

Laufende Nummer des Jahrringes	Breite des Jahrringes	Breite des Frühlingsholzes	Breite des Herbstholzes	Verhältniss des Herbstholzes zum Frühlingsholze, ersteres = 1 gesetzt	Die Zellenlänge schwankt von	Mittlere Zellenlänge	Grösste Breite der Frühlingsholzzellen	Grösste Breite der Herbstholzzellen	Stärkste Wanddicke der Herbstholzzellen
	Mm.	Mm.	Mm.		Mm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.
84	1·30	0·50	0·80	0·6					
85 [1]	1·02	0·36	0·66	0·5	1·5—4·3	3·0	0·08	0·06	0·013
86	0·36	0·19	0·17	1·1					
87	0·70	0·34	0·36	0·9					
88	0·32	0·20	0·12	1·7	1·7—4·6	3·3	0·08	0·06	0·013
89	0·21	0·09	0·12	0·7					
90	0·28	0·13	0·15	0·9					
91	0·30	0·10	0·20	0·5	1·8—4·5	3·3	0·08	0·08	0·008
92	0·38	0·16	0·22	0·7					
93	0·38	0·19	0·19	1·0					
94	0·26	0·20	0·06	3·3	2·4—3·9	3·0	0·08	0·08	0·008
95 [2]	0·18	0·14	0·04	3·5					
96	0·18	0·15	0·03	5·0	2·4—3·5	2·8	0·08	0·08	0·008

[1]) Das Herbstholz hat in der Mitte eine in radialer Richtung nach beiden Seiten verlaufende Zone zartwandiger Zellen. [2]) Harzgänge in den innersten Jahrringen kaum zahlreicher als in den vorigen.

Scheibe 0·5 M. von der Hauptwurzel.

Fast kreisrund. Kurze Axe 5·9 Cm. Kürzester Radius 2·8 Cm.
78 Jahrringe. Lange „ 6·4 „ Längster „ 3·2 „

1 [1]	0·12	0·09	0·03	3·0					
2	0·16	0·08	0·08	1·0					
3	0·20	0·14	0·06	2·3	2·3—4·4	3·8	0·08	0·08	0·013
4 [2]	0·24	0·19	0·05	3·8					
5	0·13	0·07	0·06	1·2					
6	0·14	0·07	0·07	1·0	2·3—4·6	4·0	0·08	0·06	0·015
7	0·16	0·08	0·08	1·0					
8	0·22	0·12	0·10	1·2					
9	0·18	0·12	0·06	2·0	2·3—4·1	3·0	0·08	0·06	0·017
10	0·09	0·05	0·04	1·2					
11	0·28	0·19	0·09	2·1					
12	0·56	0·23	0·33	0·7	2·2—3·8	3·1	0·08	0·06	0·017
13	0·96	0·26	0·70	0·4					
14	1·00	0·30	0·70	0·4					
15	0·59	0·19	0·40	0·5	2·0—3·6	3·1	0·08	0·06	0·020
16	0·26	0·16	0·10	1·6					
17	0·40	0·17	0·23	0·7					
18	0·30	0·20	0·10	2·0	1·9—4·0	3·1	0·07	0·06	0·020
19	0·26	0·16	0·10	1·6					
20	0·33	0·07	0·26	0·3					
21	0·16	0·07	0·09	0·8	1·9—3·9	3·1	0·07	0·06	0·020

[1]) Harzgänge in den Jahrringen Nr. 1 bis 26, ohne Rücksicht auf Breite der Jahrringe, spärlich, aber gleichmässig über die Fläche vertheilt. [2]) Im Frühlingsholze eine einreihige Zone derbwandiger Zellen.

Laufende Nummer des Jahrringes	Breite des Jahrringes	Breite des Frühlings-holzes	Breite des Herbstholzes	Verhältniss des Herbst-holzes zum Frühlings-holze, ersteres = 1 gesetzt	Die Zellenlänge schwankt von	Mittlere Zellenlänge	Grösste Breite der Frühlings-holzzellen	Grösste Breite der Herbstholz-zellen	Stärkste Wanddicke der Herbstholz-zellen
	Mm.	Mm.	Mm.		Mm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.
22	0·26	0·14	0·12	1·2					
23	0·23	0·10	0·13	0·8					
24	0·50	0·12	0·38	0·3	1·9—3·8	3·2	0·07	0·06	0·020
25	0·66	0·26	0·40	0·6					
26	0·26	0·10	0·16	0·6					
27 [1])	0·33	0·27	0·06	4·5	1·6—3·8	2·8	0·08	0·07	0·015
28	0·40	0·13	0·27	0·5					
29	0·10	0·06	0·04	1·5					
30	0·28	0·14	0·14	1·0	2·1—4·5	3·2	0·08	0·07	0·015
31	0·18	0·08	0·10	0·8					
32	0·30	0·16	0·14	1·1					
33	0·34	0·16	0·18	1·1	2·0—4·6	3·3	0·08	0·07	0·015
34	0·20	0·10	0·10	1·0					
35	0·24	0·08	0·16	0·5					
36 [2])	0·43	0·20	0·23	0·9	2·0—4·6	3·4	0·08	0·06	0·017
37 [3])	0·24	0·12	0·12	1·0					
38	0·24	0·14	0·10	1·4					
39	0·15	0·09	0·06	1·5	2·0—4·3	3·5	0·08	0·06	0·017
40 [4])	0·33	0·17	0·16	1·1					
41	0·26	0·09	0·17	0·5					
42	0·14	0·06	0·08	0·7	1·5—4·0	3·0	0·08	0·06	0·017
43	0·15	0·08	0·07	1·1					
44 [3])	0·83	0·33	0·50	0·7					
45	0·56	0·14	0·42	0·3	1·1—3·8	2·6	0·07	0·06	0·017
46	0·23	0·09	0·14	0·6					
47 [5])	1·72	0·72	1·00	0·7					
48	1·00	0·10	0·90	0·1	1·0—2·9	2·1	0·07	0·06	0·013
49	0·44	0·28	0·16	1·7					
50	0·72	0·42	0·30	1·4					
51	0·72	0·36	0·36	1·0	1·8—3·2	2·6	0·08	0·06	0·008
52	0·52	0·22	0·30	0·7					
53 [6])	0·90	0·30	0·60	0·5					
54	0·56	0·26	0·30	0·9	1·8—3·4	2·6	0·08	0·06	0·013
55	1·74	0·22	1·52	0·1					
56 [3])	0·30	0·14	0·16	0·9					
57	0·20	0·08	0·12	0·7	1·9—4·7	3·1	0·08	0·06	0·013
58	0·36	0·03	0·33	0·1					
59	0·43	0·17	0·26	0·6					
60 [7])	1·52	0·20	1·32	0·1	2·6—5·4	3·8	0·08	0·06	0·017
61 [8])	0·12	0·08	0·04	2·0					
62	0·15	0·09	0·06	1·5					
63	0·63	0·40	0·23	1·7	2·9—6·1	4·6	0·08	0·06	0·017

[1]) Die Gruppe Jahrringe Nr. 27 bis 43 durch zahlreiche Harzkanäle ausgezeichnet. [2]) Im Herbstholz eine schmale Zone zartwandiger Zellen. [3]) Harzgänge spärlich, wie auch in den beiden nächsten Jahrringen. [4]) Gebaut wie Nr. 36. [5]) Die Gruppe Jahrringe Nr. 47 bis 51 durch zahlreiche Harzkanäle ausgezeichnet. [6]) Die Jahrringe Nr. 53 bis 55 besitzen zahlreiche Harzgänge. [7]) Schief durch das Herbstholz dieses Jahrringes zieht sich eine ungleich, etwa 0·10 Mm. breite Zone zartwandiger Zellen. [8]) In diesem und den folgenden sechs Jahrringen wenig Harzporen.

Laufende Nummer des Jahrringes	Breite des Jahrringes	Breite des Frühlings-holzes	Breite des Herbstholzes	Verhältniss des Herbst-holzes zum Frühlings-holze, ersteres = 1 gesetzt	Die Zellenlänge schwankt von	Mittlere Zellenlänge	Grösste Breite der Frühlings-holzzellen	Grösste Breite der Herbstholz-zellen	Stärkste Wanddicke der Herbstholz-zellen
	Mm.	Mm.	Mm.		Mm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.
64	0·56	0·43	0·13	3·3					
65	0·66	0·33	0·33	1·0					
66	0·20	0·15	0·05	3·0	2·6—5·4	4·3	0·08	0·06	0·017
67 [1]	0·33	0·16	0·17	0·9					
68	0·72	0·39	0·33	1·2					
69	1·02	0·36	0·66	0·5	1·8—4·3	3·4	0·08	0·06	0·008
70 [2]	0·30	0·14	0·16	0·9					
71	0·46	0·36	0·10	3·6					
72	0·30	0·10	0·20	0·5	1·8—5·0	3·4	0·07	0·05	0·008
73	0·30	0·26	0·04	6·5					
74	0·16	0·13	0·03	4·3					
75	0·30	0·16	0·14	1·1	2·2—5·4	3·8	0·10	0·05	0·004
76 [3]	0·26	0·23	0·03	7·7					
77	0·26	0·20	0·06	3·3					
78	0·24	0·12	0·12	1·0	2·8—6·6	4·3	0·10	0·05	0·004

[1]) Harzgänge in diesem und den beiden folgenden Jahrringen zahlreich. [2]) Wenig Harzgänge, wie auch im folgenden Jahrringe. [3]) In den innersten Jahrringen kaum mehr Harzgänge als in den damit besser besetzten äusseren.

Scheibe 1 M. von der Hauptwurzel.

Schwach elliptisch. Kurze Axe 5·8 Cm. Kürzester Radius 2·6 Cm.
73 Jahrringe. Lange „ 6·0 „ Längster „ 3·4 „

1 [1]	0·13	0·09	0·04	2·2					
2	0·12	0·08	0·04	2·0					
3	0·12	0·09	0·03	3·0					
4	0·12	0·09	0·03	3·0	3·1—5·4	4·5	0·08	0·06	0·013
5	0·26	0·16	0·10	1·6					
6	0·29	0·19	0·10	1·9					
7	0·23	0·13	0·10	1·3					
8	0·22	0·17	0·05	3·4	2·8—6·1	4·6	0·09	0·07	0·013
9	0·26	0·10	0·16	0·6					
10	0·12	0·08	0·04	2·0					
11	0·23	0·17	0·06	2·8					
12	0·19	0·12	0·07	1·7	2·5—5·6	4·9	0·09	0·08	0·013
13	0·07	0·04	0·03	1·3					
14	0·09	0·05	0·04	1·2					
15	0·12	0·08	0·04	2·0					
16	0·20	0·13	0·07	1·8	2·4—5·4	4·6	0·09	0·08	0·015
17	0·21	0·15	0·06	2·5					
18	0·24	0·18	0·06	3·0					
19	0·28	0·18	0·10	1·8					
20	0·43	0·27	0·16	1·7	2·3—5·3	4·4	0·09	0·08	0·015

[1]) In den Jahrringen Nr. 1 bis 43 nur sehr wenig Harzgänge, diese aber ziemlich gleichmässig über die Fläche verstreut.

Laufende Nummer des Jahrringes	Breite des Jahrringes	Breite des Frühlingsholzes	Breite des Herbstholzes	Verhältniss des Herbstholzes zum Frühlingsholze, ersteres = 1 gesetzt	Die Zellenlänge schwankt von	Mittlere Zellenlänge	Grösste Breite der Frühlingsholzzellen	Grösste Breite der Herbstholzzellen	Stärkste Wanddicke der Herbstholzzellen
	Mm.	Mm.	Mm.		Mm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.
21	0·30	0·17	0·13	1·3					
22	0·27	0·18	0·09	2·0					
23	0·26	0·10	0·16	0·6					
24	0·28	0·16	0·12	1·3	2·3—5·3	4·3	0·09	0·07	0·013
25	0·14	0·09	0·05	1·8					
26	0·30	0·20	0·10	2·0					
27	0·32	0·22	0·10	2·2					
28	0·32	0·20	0·12	1·7	2·5—5·6	4·8	0·09	0·07	0·013
29	0·24	0·10	0·14	0·7					
30	0·15	0·10	0·05	2·0					
31	0·30	0·14	0·16	0·9					
32	0·26	0·14	0·12	1·2	2·9—5·9	5·0	0·09	0·07	0·013
33	0·30	0·17	0·13	1·3					
34	0·53	0·17	0·36	0·5					
35	0·23	0·13	0·10	1·3	2·6—6·2	5·2	0·09	0·07	0·013
36	0·36	0·22	0·14	1·6					
37 [1]	0·23	0·07	0·16	0·4					
38	0·22	0·16	0·06	2·7	3·3—5·6	4·5	0·09	0·07	0·013
39	0·12	0·06	0·06	1·0					
40	0·66	0·43	0·23	1·9					
41	0·40	0·20	0·20	1·0	1·6—5·4	3·2	0·09	0·07	0·013
42	0·20	0·14	0·06	2·3					
43	1·28	0·64	0·64	1·0					
44 [2]	1·32	0·17	1·15	0·1	1·8—4·7	3·3	0·09	0·06	0·013
45	0·24	0·17	0·07	2·4					
46	0·30	0·22	0·08	2·7					
47	0·50	0·30	0·20	1·5	2·1—4·0	3·4	0·09	0·06	0·013
48	0·43	0·23	0·20	1·1					
49	0·83	0·37	0·46	0·8					
50	0·12	0·06	0·06	1·0	2·3—5·3	3·6	0·09	0·06	0·015
51	0·50	0·36	0·14	2·6					
52	2·64	1·58	1·06	1·5					
53 [3]	1·78	0·62	1·16	0·5	1·5—5·3	3·2	0·09	0·06	0·015
54	0·73	0·43	0·30	1·4					
55 [4]	0·59	0·13	0·46	0·3					
56	0·26	0·16	0·10	1·6	2·3—4·9	3·8	0·10	0·06	0·013
57 [5]	0·36	0·16	0·20	0·8					
58	0·43	0·27	0·16	1·7					
59	0·33	0·21	0·12	1·7	2·8—5·6	4·2	0·10	0·06	0·008
60 [4]	0·36	0·13	0·23	0·6					
61 [6]	0·24	0·18	0·06	3·0					
62	0·35	0·27	0·08	3·4	2·6—5·1	4·3	0·10	0·05	0·006
63	0·50	0·18	0·32	0·6					

[1]) Im Herbstholz eine mehrmals unterbrochene Zone zartwandiger Zellen. [2]) Harzgänge in den Jahrringen Nr. 44 bis 52 zahlreicher. [3]) Das Herbstholz endet mit nur wenig verdickten Zellen. [4]) Das Herbstholz 0·15 Mm. breit normal, dann aus zartwandigen Zellen bestehend. [5]) Harzgänge spärlich, wie auch in den beiden folgenden Jahrringen. [6]) In diesem und den drei folgenden Jahrringen wenig Harzgänge.

Laufende Nummer des Jahrringes	Breite des Jahrringes	Breite des Frühlingsholzes	Breite des Herbstholzes	Verhältniss des Herbstholzes zum Frühlingsholze, ersteres = 1 gesetzt	Die Zellenlänge schwankt von	Mittlere Zellenlänge	Grösste Breite der Frühlingsholzzellen	Grösste Breite der Herbstholzzellen	Stärkste Wanddicke der Herbstholzzellen
	Mm.	Mm.	Mm.		Mm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.
64	0·32	0·25	0·07	3·6					
65 [1]	0·76	0·36	0·40	0·9	1·5—3·3	2·6	0·09	0·05	0·006
66	1·98	0·76	1·22	0·6					
67	1·98	0·38	1·60	0·2					
68	1·51	0·55	0·96	0·6	1·5—2·9	2·2	0·09	0·05	0·006
69	1·00	0·66	0·34	1·9					
70	0·64	0·48	0·16	3·0					
71 [2]	0·50	0·45	0·05	9·0	1·6—5·1	4·0	0·09	0·05	0·006
72	0·38	0·23	0·15	1·5					
73	0·35	0·28	0·07	4·0	2·3—4·8	3·2	0·09	0·05	0·004

[1]) Harzgänge in den noch folgenden Jahrringen zahlreicher, doch in den innersten kaum mehr als in den weiter aussen liegenden. [2]) Die innersten Jahrringe stark verzogen, ihre Zonen ungleich breit.

Scheibe 1·5 M. von der Hauptwurzel.

Schwach elliptisch. Kurze Axe 4·5 Cm. Kürzester Radius 2·0 Cm.
68 Jahrringe. Lange „ 5·0 „ Längster „ 2·8 „

1 [1]	0·13	0·08	0·05	1·6					
2	0·20	0·13	0·07	1·8					
3 [2]	0·33	0·28	0·05	5·6					
4	0·20	0·13	0·07	1·8					
5	0·36	0·18	0·18	1·0	3·6—5·6	4·6	0·10	0·07	0·023
6	0·30	0·17	0·13	1·3					
7	0·33	0·17	0·16	1·1					
8	0·13	0·10	0·03	3·3					
9	0·16	0·12	0·04	3·0					
10	0·16	0·13	0·03	4·3	3·4—6·3	5·0	0·10	0·07	0·023
11	0·13	0·10	0·03	3·3					
12	0·17	0·11	0·06	1·8					
13	0·13	0·10	0·03	3·3					
14	0·13	0·11	0·02	5·5					
15	0·16	0·09	0·07	1·3	3·4—6·6	4·8	0·10	0·07	0·020
16	0·10	0·08	0·02	4·0					
17	0·18	0·12	0·06	2·0					
18	0·19	0·12	0·07	1·7					
19	0·33	0·20	0·13	1·5					
20	0·14	0·10	0·04	2·5	3·4—6·6	4·6	0·10	0·07	0·017
21	0·15	0·12	0·03	4·0					
22	0·23	0·14	0·09	1·5					
23	0·15	0·13	0·02	6·5					

[1]) In den Jahrringen Nr. 1 bis 35 Harzgänge ganz sparsam, nur vereinzelt. [2]) Im Frühlingsholze dieses Jahrringes zwei Streifen derb gebauter Zellen.

Laufende Nummer des Jahrringes	Breite des Jahrringes	Breite des Frühlingsholzes	Breite des Herbstholzes	Verhältniss des Herbstholzes zum Frühlingsholze, ersteres = 1 gesetzt	Die Zellenlänge schwankt von	Mittlere Zellenlänge	Grösste Breite der Frühlingsholzzellen	Grösste Breite der Herbstholzzellen	Stärkste Wanddicke der Herbstholzzellen
	Mm.	Mm.	Mm.		Mm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.
24	0·14	0·11	0·03	3·7					
25	0·11	0·09	0·02	4·5	3·4—6·0	4·9	0·11	0·07	0·017
26	0·10	0·08	0·02	4·0					
27	0·12	0·10	0·02	5·0					
28 [1]	0·23	0·19	0·04	4·7					
29	0·16	0·13	0·03	4·3					
30	0·07	0·04	0·03	1·3	2·9—7·3	5·7	0·11	0·07	0·017
31	0·09	0·06	0·03	2·0					
32 [1]	0·30	0·20	0·10	2·0					
33	0·53	0·40	0·13	3·1					
34	0·46	0·29	0·17	1·7	3·0—6·3	5·5	0·11	0·08	0·017
35	0·26	0·19	0·07	2·7					
36 [2]	1·22	0·89	0·33	2·7					
37	1·61	0·29	1·32	0·2					
38	0·23	0·19	0·04	4·7	3·0—6·3	4·8	0·11	0·08	0·017
39	0·17	0·14	0·03	4·7					
40	0·10	0·08	0·02	4·0					
41	0·16	0·13	0·03	4·3					
42	0·33	0·24	0·09	2·7	2·9—6·7	5·5	0·11	0·08	0·017
43	0·07	0·04	0·03	1·3					
44	0·59	0·46	0·13	3·5					
45	1·88	0·79	1·09	0·7	2·6—5·3	4·0	0·11	0·06	0·013
46	0·70	0·54	0·16	3·4					
47	0·46	0·30	0·16	1·9					
48 [3]	0·40	0·35	0·05	7·0	3·8—7·3	5·0	0·11	0·06	0·013
49	0·18	0·15	0·03	5·0					
50	0·30	0·11	0·19	0·6					
51	0·69	0·60	0·09	6·7	4·0—6·9	5·3	0·11	0·06	0·013
52	0·43	0·33	0·10	3·3					
53	0·42	0·35	0·07	5·0					
54	0·86	0·53	0·33	1·6	4·0—6·6	6·3	0·11	0·06	0·013
55	0·72	0·57	0·15	3·8					
56	0·96	0·47	0·49	0·9					
57	0·53	0·37	0·16	2·3	3·3—5·8	4·9	0·11	0·06	0·013
58	1·55	0·89	0·66	1·3					
59	1·71	0·56	1·15	2·0					
60	1·51	0·51	1·00	0·5	2·9—4·9	3·9	0·11	0·06	0·013
61	0·26	0·20	0·06	3·3					
62	0·26	0·22	0·04	5·5					
63	0·49	0·39	0·10	3·9	2·8—4·9	3·6	0·11	0·06	0·010
64 [4]	0·36	0·20	0·16	1·2					
65	0·33	0·25	0·08	3·1					
66	0·23	0·17	0·06	2·8	2·8—5·0	4·0	0·11	0·06	0·010
67	0·25	0·17	0·08	2·1					
68	0·25	0·20	0·05	4·0	2·9—4·9	3·8	0·11	0·06	0·008

[1]) Im Frühlingsholze eine einreihige Zone derbwandiger Zellen. [2]) Zahlreiche Harzgänge, wie auch im folgenden Jahrringe. [3]) In diesem und den drei nächsten Jahrringen fast keine Harzgänge. [4]) Von hier an reich an Harzkanälen und solche auch im Frühlingsholze.

Scheibe 2 M. von der Hauptwurzel.

Unregelmässig elliptisch, mehr oval. Kurze Axe 3·0 Cm. Kürzester Radius 1·3 Cm.
66 Jahrringe. Lange „ 4·2 „ Längster „ 2·2 „

Laufende Nummer des Jahrringes	Breite des Jahrringes	Breite des Frühlingsholzes	Breite des Herbstholzes	Verhältniss des Herbstholzes zum Frühlingsholze, ersteres = 1 gesetzt	Die Zellenlänge schwankt von	Mittlere Zellenlänge	Grösste Breite der Frühlingsholzzellen	Grösste Breite der Herbstholzzellen	Stärkste Wanddicke der Herbstholzzellen
	Mm.	Mm.	Mm.		Mm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.
1 [1]	0·14	0·11	0·03	3·7					
2	0·08	0·05	0·03	1·7					
3	0·14	0·10	0·04	2·5					
4	0·16	0·10	0·06	1·7					
5	0·22	0·17	0·05	3·4	2·6—5·6	4·9	0·12	0·07	0·016
6	0·15	0·11	0·04	2·7					
7	0·17	0·12	0·05	2·4					
8	0·32	0·22	0·10	2·2					
9	0·56	0·24	0·32	0·7					
10	0·12	0·10	0·02	5·0	2·7—6·6	5·4	0·12	0·07	0·013
11	0·12	0·10	0·02	5·0					
12	0·16	0·13	0·03	4·3					
13	0·32	0·22	0·10	2·2					
14	0·16	0·12	0·04	3·0					
15	0·24	0·15	0·09	1·7	2·6—6·6	4·6	0·13	0·07	0·013
16	0·26	0·23	0·03	7·7					
17	0·24	0·21	0·03	7·0					
18	0·14	0·11	0·03	3·7					
19	0·30	0·24	0·06	4·0					
20	0·66	0·30	0·36	0·8	2·6—6·9	4·9	0·13	0·07	0·010
21	0·26	0·20	0·06	3·3					
22	0·26	0·14	0·12	1·2					
23	0·32	0·18	0·14	1·3					
24	0·22	0·14	0·08	1·7					
25	0·18	0·14	0·04	3·5	2·9—6·9	4·8	0·13	0·07	0·010
26	0·24	0·20	0·04	5·0					
27	0·22	0·10	0·12	0·8					
28	0·14	0·07	0·07	1·0					
29	0·14	0·06	0·08	0·7					
30	0·15	0·09	0·06	1·5	2·8—6·8	5·0	0·13	0·07	0·010
31	0·66	0·46	0·20	2·3					
32	1·15	0·69	0·46	1·5					
33	0·36	0·11	0·25	0·4					
34	0·46	0·38	0·08	4·7	2·6—7·1	5·1	0·13	0·07	0·008
35	0·42	0·22	0·20	1·1					
36	0·28	0·24	0·04	6·0					
37	0·32	0·28	0·04	7·0					
38	0·15	0·12	0·03	4·0	2·9—7·1	5·1	0·13	0·07	0·008
39	0·15	0·12	0·03	4·0					
40	0·18	0·13	0·05	2·6					
41	0·07	0·04	0·03	1·3					
42	0·35	0·25	0·10	2·5	2·9—7·2	5·6	0·13	0·06	0·008
43	0·26	0·22	0·04	5·5					

[1]) In den Jahrringen Nr. 1 bis 20 Harzgänge nur vereinzelt, in den übrigen zahlreicher.

Laufende Nummer des Jahrringes	Breite des Jahrringes	Breite des Frühlingsholzes	Breite des Herbstholzes	Verhältniss des Herbstholzes zum Frühlingsholze, ersteres = 1 gesetzt	Die Zellenlänge schwankt von	Mittlere Zellenlänge	Grösste Breite der Frühlingsholzzellen	Grösste Breite der Herbstholzzellen	Stärkste Wanddicke der Herbstholzzellen
	Mm.	Mm.	Mm.		Mm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.
44	0·26	0·21	0·05	4·2					
45	0·70	0·47	0·23	2·0					
46	0·30	0·07	0·23	0·3	2·9—7·3	5·2	0·13	0·06	0·008
47	0·22	0·18	0·04	4·5					
48	0·24	0·20	0·04	5·0					
49	0·24	0·14	0·10	1·4					
50	0·28	0·24	0·04	6·0	2·9—7·2	5·1	0·13	0·06	0·008
51	1·64	0·98	0·66	1·5					
52	0·40	0·30	0·10	3·0					
53	0·42	0·28	0·14	2·0					
54	0·34	0·26	0·08	3·2	3·3—7·4	5·1	0·13	0·06	0·008
55	0·44	0·41	0·03	13·7					
56	0·32	0·18	0·14	1·3					
57	0·16	0·14	0·02	7·0					
58	0·20	0·11	0·09	1·2	3·6—7·6	5·0	0·13	0·06	0·006
59	0·30	0·25	0·05	5·0					
60	0·42	0·22	0·20	1·2					
61	0·26	0·10	0·16	0·6					
62	0·52	0·34	0·18	1·9	3·9—7·8	5·4	0·13	0·06	0·006
63	0·34	0·28	0·06	4·7					
64	0·32	0·21	0·11	1·9					
65	0·26	0·20	0·06	3·3					
66	0·10	0·04	0·06	0·7	4·3—6·5	5·4	0·13	0·06	0·006

Seitenwurzel D.

Scheibe nahe der Abzweigung von der Hauptwurzel.

Unregelmässig elliptisch, mehr trapezoidisch. — Zur Untersuchung ein Radius von der mittleren Länge 2·4 Cm. — 70 Jahrringe.

Kurze Axe 4·7 Cm. Kürzester Radius 1·4 Cm.
Lange „ 5·5 „ Längster „ 3·4 „

1 [1]	0·12	0·08	0·04	2·0					
2	0·08	0·02	0·06	0·3					
3	0·13	0·11	0·02	5·5					
4	0·08	0·03	0·05	0·6					
5	0·06	0·03	0·03	1·0					
6	0·09	0·04	0·05	0·8	2·1—4·8	3·5	0·10	0·07	0·010
7	0·17	0·08	0·09	0·9					
8	0·08	0·05	0·03	1·7					
9	0·18	0·16	0·02	8·0					

[1] Die Jahrringe Nr. 1 bis 38 ziemlich gleichmässig mit Harzgängen bedacht.

Laufende Nummer des Jahrringes	Breite des Jahrringes	Breite des Frühlingsholzes	Breite des Herbstholzes	Verhältniss des Herbstholzes zum Frühlingsholze, ersteres = 1 gesetzt	Die Zellenlänge schwankt von	Mittlere Zellenlänge	Grösste Breite der Frühlingsholzzellen	Grösste Breite der Herbstholzzellen	Stärkste Wanddicke der Herbstholzzellen
	Mm.	Mm.	Mm.		Mm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.
10	0·18	0·09	0·09	1·0					
11	0·05	0·02	0·03	0·7					
12	0·08	0·06	0·02	3·0	1·7—3·6	3·2	0·09	0·07	0·013
13	0·15	0·09	0·06	1·5					
14	0·10	0·04	0·06	0·7					
15	0·14	0·09	0·05	1·8					
16	0·19	0·12	0·07	1·7					
17	0·26	0·08	0·18	0·4					
18	0·32	0·12	0·20	1·7	2·1—3·8	3·1	0·09	0·07	0·017
19	0·74	0·17	0·57	3·3					
20	0·26	0·09	0·17	0·5					
21	0·15	0·04	0·11	0·4					
22	0·50	0·28	0·22	1·3					
23	0·52	0·18	0·34	0·5					
24	0·64	0·22	0·42	0·5	2·0—4·5	3·0	0·07	0·07	0·020
25	0·60	0·18	0·42	0·4					
26	0·34	0·10	0·24	0·4					
27	0·14	0·08	0·06	1·3					
28	0·12	0·07	0·05	1·4					
29	0·18	0·10	0·08	1·2					
30	0·18	0·10	0·08	1·2	1·8—4·3	3·2	0·07	0·07	0·017
31	0·83	0·35	0·48	0·7					
32	0·78	0·39	0·39	1·0					
33	0·10	0·03	0·07	0·4					
34	0·11	0·05	0·06	0·8					
35	0·71	0·37	0·34	1·1					
36	0·88	0·46	0·42	1·1	1·5—4·5	3·2	0·09	0·07	0·017
37	0·40	0·28	0·12	2·3					
38	0·56	0·30	0·26	1·1					
39 [1]	0·62	0·20	0·42	0·5					
40	0·28	0·16	0·12	1·3					
41	0·40	0·23	0·17	1·3					
42	0·28	0·13	0·15	0·9	1·3—4·3	3·1	0·09	0·07	0·017
43	0·26	0·16	0·10	1·6					
44	0·19	0·12	0·07	1·7					
45	0·21	0·15	0·06	2·5					
46	0·22	0·10	0·12	0·8					
47	0·28	0·23	0·05	4·6	1·3—4·4	3·2	0·09	0·07	0·017
48	0·16	0·10	0·06	1·7					
49	0·10	0·04	0·06	0·7					
50	0·54	0·43	0·11	3·9					
51	0·35	0·24	0·11	2·2					
52	0·54	0·36	0·18	2·0	1·4—4·5	3·2	0·09	0·07	0·013
53	0·60	0·40	0·20	2·0					
54	0·58	0·42	0·16	2·6					
55	1·00	0·30	0·70	0·4					
56 [2]	0·36	0·22	0·14	1·6					

[1]) Harzgänge in den folgenden Jahrringen zahlreicher. [2]) Mit diesem Jahrringe endet das verharzte Kernholz.

Laufende Nummer des Jahrringes	Breite des Jahrringes	Breite des Frühlings-holzes	Breite des Herbstholzes	Verhältniss des Herbst-holzes zum Frühlings-holze, ersteres = 1 gesetzt	Die Zellenlänge schwankt von	Mittlere Zellenlänge	Grösste Breite der Frühlings-holzzellen	Grösste Breite der Herbstholz-zellen	Stärkste Wanddicke der Herbstholz-zellen
	Mm.	Mm.	Mm.		Mm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.
57	0·43	0·29	0·14	2·1	1·5—4·7	3·2	0·09	0·07	0·010
58	0·78	0·52	0·26	2·0					
59	0·68	0·24	0·44	0·5					
60	0·28	0·22	0·06	3·7					
61	0·28	0·16	0·12	1·3					
62	0·40	0·30	0·10	3·0	1·0—3·6	2·8	0·10	0·06	0·008
63	0·12	0·08	0·04	2·0					
64	0·14	0·11	0·03	3·7					
65	0·17	0·02	0·15	0·1					
66	0·14	0·06	0·08	0·7					
67	0·20	0·16	0·04	4·0	2·4—5·4	3·7	0·10	0·07	0·008
68	0·12	0·10	0·02	5·0					
69	0·18	0·14	0·04	3·5					
70	0·08	0·06	0·02	3·0	2·6—5·6	4·0	0·11	0·07	0·008

Scheibe 0·5 M. von der Hauptwurzel.

Elliptisch. Kurze Axe 3·7 Cm. Kürzester Radius 1·8 Cm.
59 Jahrringe. Lange „ 4·1 „ Längster „ 2·3 „

1 [1])	0·17	0·14	0·03	4·7					
2	0·12	0·08	0·04	2·0					
3	0·10	0·07	0·03	2·3					
4	0·18	0·11	0·07	1·6					
5	0·12	0·04	0·08	0·5	1·7—4·2	3·6	0·09	0·05	0·013
6	0·15	0·10	0·05	2·0					
7	0·14	0·13	0·01	13·0					
8	0·20	0·08	0·12	0·7					
9	0·22	0·09	0·13	0·7					
10	0·15	0·05	0·10	0·5	1·5—4·1	3·2	0·09	0·06	0·013
11	0·14	0·01	0·13	0·1					
12	0·28	0·16	0·12	1·3					
13	0·25	0·13	0·12	1·1					
14	0·17	0·12	0·05	2·4					
15	0·15	0·09	0·06	1·5	1·5—4·3	3·3	0·08	0·06	0·017
16	0·14	0·04	0·10	0·4					
17	0·11	0·05	0·06	0·8					
18	0·14	0·10	0·04	2·5					
19	0·12	0·07	0·05	1·4					
20	0·22	0·10	0·12	0·8	1·6—4·0	3·0	0·08	0·06	0·017
21	0·25	0·11	0·14	0·8					
22 [2])	0·66	0·21	0·45	0·5					
23 [3])	0·14	0·10	0·04	2·5					
24 [4])	0·12	0·10	0·02	5·0	1·4—4·1	3·6	0·08	0·05	0·013

[1]) Jahrringe Nr. 1 bis 21 sehr arm an Harzgängen. [2]) Zahlreiche Harzgänge. [3]) Die Jahrringe Nr. 23 bis 31 arm an Harzkanälen. [4]) Eine Zelle 4·6 Mm. lang.

Laufende Nummer des Jahrringes	Breite des Jahrringes	Breite des Frühlingsholzes	Breite des Herbstholzes	Verhältniss des Herbstholzes zum Frühlingsholze, ersteres = 1 gesetzt	Die Zellenlänge schwankt von	Mittlere Zellenlänge	Grösste Breite der Frühlingsholzzellen	Grösste Breite der Herbstholzzellen	Stärkste Wanddicke der Herbstholzzellen
	Mm.	Mm.	Mm.		Mm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.
25	0·10	0·04	0·06	0·7					
26	0·23	0·11	0·12	0·9					
27	0·40	0·18	0·22	0·8					
28	0·07	0·03	0·04	0·7	1·5—3·8	3·3	0·08	0·05	0·013
29	0·09	0·05	0·04	1·2					
30	0·50	0·36	0·14	2·6					
31	0·48	0·25	0·23	1·1					
32 [1])	0·84	0·46	0·38	1·2	1·3—4·1	2·8	0·08	0·05	0·013
33	0·69	0·17	0·52	0·3					
34	0·32	0·27	0·05	5·4					
35	0·42	0·30	0·12	2·5					
36	0·30	0·23	0·07	3·3	1·3—4·2	3·3	0·07	0·05	0·013
37	0·21	0·16	0·05	3·2					
38 [2])	0·31	0·16	0·15	1·1					
39	0·25	0·20	0·05	4·0					
40	1·42	1·06	0·36	2·9	1·3—4·2	3·3	0·08	0·06	0·013
41 [3])	2·74	0·76	1·98	0·4					
42	0·53	0·43	0·10	4·3					
43	0·45	0·19	0·26	0·7					
44 [4])	0·14	0·12	0·02	6·0	1·7—4·8	3·3	0·09	0·06	0·010
45	0·17	0·12	0·05	2·4					
46	0·12	0·04	0·08	0·5					
47	0·72	0·60	0·12	5·0					
48	0·50	0·35	0·15	2·3	2·0—6·0	4·7	0·12	0·06	0·008
49	0·32	0·23	0·09	2·5					
50	0·56	0·51	0·05	10·2					
51	0·20	0·19	0·01	19·0					
52	0·12	0·10	0·02	5·0					
53	0·18	0·16	0·02	8·0	3·0—6·7	5·2	0·12	0·07	0·006
54 [5])	0·22	0·18	0·04	4·5					
55	0·22	0·19	0·03	6·3					
56	0·22	0·19	0·03	6·3					
57	0·12	0·11	0·01	11·0					
58	0·10	0·06	0·04	1·5					
59	0·15	0·13	0·02	6·5	3·3—6·6	4·4	0·12	0·07	0·004

[1]) Harzgänge in diesem und den folgenden Jahrringen zahlreicher; eine Zelle 4·8 Mm. lang. [2]) Zahlreiche Harzgänge. [3]) Das Herbstholz dieses ungewöhnlich breiten Jahrringes endet mit wenig verdickten Zellen; zahlreiche Harzgänge. [4]) Die Jahrringe Nr. 44 bis 52 sehr arm an Harzporen. [5]) Harzgänge in den letzten sechs Jahrringen wieder etwas zahlreicher.

Scheibe 1·0 M. von der Hauptwurzel.

Schwach elliptisch. Kurze Axe 2·8 Cm. Kürzester Radius 1·0 Cm.
56 Jahrringe. Lange „ 2·9 „ Längster „ 1·9 „

Laufende Nummer des Jahrringes	Breite des Jahrringes	Breite des Frühlingsholzes	Breite des Herbstholzes	Verhältniss des Herbstholzes zum Frühlingsholze, ersteres = 1 gesetzt	Die Zellenlänge schwankt von	Mittlere Zellenlänge	Grösste Breite der Frühlingsholzzellen	Grösste Breite der Herbstholzzellen	Stärkste Wanddicke der Herbstholzzellen
	Mm.	Mm.	Mm.		Mm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.
1 [1]	0·24	0·21	0·03	7·0					
2	0·20	0·14	0·06	2·3					
3	0·16	0·09	0·07	1·3					
4	0·26	0·21	0·05	4·2					
5	0·12	0·09	0·03	3·0	2·7—5·8	4·4	0·08	0·08	0·013
6	0·13	0·10	0·03	3·3					
7	0·26	0·08	0·18	0·4					
8	0·15	0·10	0·05	2·0					
9	0·20	0·16	0·04	4·0					
10	0·25	0·12	0·13	0·9	2·6—5·6	4·4	0·08	0·08	0·013
11	0·15	0·10	0·05	2·0					
12	0·26	0·12	0·14	0·8					
13	0·21	0·17	0·04	4·2					
14	0·23	0·19	0·04	4·7					
15 [2]	0·22	0·09	0·13	0·7	2·2—4·5	3·6	0·08	0·08	0·010
16	0·12	0·09	0·03	3·0					
17	0·44	0·30	0·14	2·1					
18	0·56	0·30	0·26	1·1					
19	0·34	0·09	0·25	0·4					
20	0·27	0·17	0·10	1·7	3·6—5·8	5·1	0·10	0·07	0·010
21	0·18	0·13	0·05	2·6					
22	0·17	0·13	0·04	3·2					
23	0·38	0·25	0·13	1·9					
24	0·34	0·16	0·18	0·9					
25	0·21	0·17	0·04	4·2	2·5—6·2	4·9	0·10	0·07	0·008
26	0·15	0·12	0·03	4·0					
27	0·60	0·44	0·16	2·7					
28	0·42	0·29	0·13	2·2					
29	0·49	0·37	0·12	3·1					
30	0·35	0·22	0·13	1·7	2·9—7·8	5·4	0·12	0·07	0·008
31	0·30	0·27	0·03	9·0					
32	0·45	0·40	0·05	8·0					
33	0·30	0·26	0·04	6·5	3·5—7·3	5·5	0·12	0·07	0·008
34	0·30	0·25	0·05	5·0					
35	0·65	0·52	0·13	4·0					
36	0·60	0·51	0·09	5·7					
37	0·54	0·42	0·12	3·5	3·5—7·7	5·7	0·14	0·07	0·008
38	0·58	0·53	0·05	10·6					
39	0·36	0·12	0·24	0·5					
40	0·19	0·16	0·03	5·3					
41	0·20	0·16	0·04	4·0	3·0—6·8	5·2	0·12	0·07	0·008

[1] In den ersten eilf Jahrringen fast keine, in den folgenden nur wenig Harzgänge. [2] Eine Zelle nur 1·9 Mm. lang.

Laufende Nummer des Jahrringes	Breite des Jahrringes	Breite des Frühlingsholzes	Breite des Herbstholzes	Verhältniss des Herbstholzes zum Frühlingsholze, ersteres = 1 gesetzt	Die Zellenlänge schwankt von	Mittlere Zellenlänge	Grösste Breite der Frühlingsholzzellen	Grösste Breite der Herbstholzzellen	Stärkste Wanddicke der Herbstholzzellen
	Mm.	Mm.	Mm.		Mm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.
42	0·66	0·56	0·10	5·6					
43	0·40	0·34	0·06	5·7					
44	0·30	0·25	0·05	5·0					
45	0·32	0·29	0·03	9·7	2·7—6·6	4·8	0·12	0·06	0·008
46	0·26	0·23	0·03	7·7					
47	0·38	0·35	0·03	11·7					
48	0·45	0·40	0·05	8·0					
49	0·42	0·34	0·08	4·2	2·7—7·7	5·6	0·12	0·06	0·006
50	0·78	0·66	0·12	5·5					
51	0·58	0·53	0·05	10·6					
52	0·45	0·39	0·06	6·5					
53	0·14	0·10	0·04	2·5	2·7—7·9	5·7	0·12	0·06	0·006
54	0·32	0·28	0·04	7·0					
55	0·27	0·24	0·03	8·0					
56	0·21	0·18	0·03	6·0	2·7—8·0	5·9	0·12	0·06	0·006

Scheibe 1·5 M. von der Hauptwurzel.

Unregelmässig elliptisch. Zur Untersuchung ein Radius von der mittleren Länge 1·0 Cm. — 43 Jahrringe.

Kurze Axe 2·0 Cm. Kürzester Radius 0·6 Cm.
Lange „ 2·3 „ Längster „ 1·5 „

	Mm.	Mm.	Mm.		Mm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.
1 [1]	0·08	0·06	0·02	3·0					
2	0·09	0·07	0·02	3·5					
3	0·14	0·11	0·03	3·7					
4	0·16	0·14	0·02	7·0					
5	0·14	0·11	0·03	3·7	2·7—5·8	5·1	0·11	0·07	0·008
6	0·14	0·11	0·03	3·7					
7	0·14	0·11	0·03	3·7					
8	0·16	0·13	0·03	4·3					
9	0·18	0·15	0·03	5·0					
10 [2]	0·10	0·08	0·02	4·0	2·6—5·7	4·3	0·11	0·07	0·006
11	0·20	0·18	0·02	9·0					
12 [3]	0·06	0·04	0·02	2·0					
13	0·16	0·13	0·03	4·3					
14	0·30	0·27	0·03	9·0					
15	0·12	0·10	0·02	5·0	2·6—5·4	4·7	0·12	0·07	0·006
16	0·26	0·23	0·03	7·7					
17	0·09	0·06	0·03	2·0					

[1]) Die ersten zehn Jahrringe fast frei von Harzgängen; in den folgenden solche nur sehr spärlich. Die Herbstholzzellen aller Jahrringe der Scheibe nur unbedeutend derbwandiger als die Zellen des Frühlingsholzes; das Herbstholz selbst meist nur aus einer bis drei, höchstens aus fünf Zellreihen gebildet.
[2]) Eine Zelle 8·1 Mm. lang. [3]) Herbst- und Frühlingsholz nur je eine Zellreihe breit.

Laufende Nummer des Jahrringes	Breite des Jahrringes	Breite des Frühlings-holzes	Breite des Herbstholzes	Verhältniss des Herbst-holzes zum Frühlings-holze, ersteres = 1 gesetzt	Die Zellenlänge schwankt von	Mittlere Zellenlänge	Grösste Breite der Frühlings-holzzellen	Grösste Breite der Herbstholz-zellen	Stärkste Wanddicke der Herbstholz-zellen
	Mm.	Mm.	Mm.		Mm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.
18	0·22	0·19	0·03	6·3					
19	0·26	0·23	0·03	7·7					
20 [1])	0·15	0·12	0·03	4·0	2·3—5·8	5·0	0·12	0·07	0·006
21	0·14	0·12	0·02	6·0					
22	0·32	0·29	0·03	9·7					
23	0·16	0·13	0·03	4·3					
24	0·30	0·27	0·03	9·0	2·4—6·0	5·2	0·12	0·07	0·006
25	0·18	0·15	0·03	5·0					
26	0·15	0·12	0·03	4·0					
27	0·52	0·47	0·05	9·4					
28	0·20	0·15	0·05	3·0	2·5—5·7	5·3	0·12	0·07	0·006
29	0·32	0·29	0·03	9·7					
30	0·42	0·34	0·08	4·2					
31	0·30	0·26	0·04	6·5					
32	0·44	0·39	0·05	7·8	2·5—5·8	5·0	0·12	0·07	0·006
33	0·50	0·44	0·06	7·3					
34	0·46	0·35	0·11	3·2					
35	0·14	0·12	0·02	6·0					
36	0·80	0·68	0·12	5·7	2·6—6·0	5·2	0·12	0·06	0·004
37	0·18	0·13	0·05	2·6					
38	0·18	0·14	0·04	3·5					
39	0·44	0·37	0·07	5·3					
40	0·18	0·14	0·04	3·5	2·7—6·2	5·4	0·12	0·06	0·004
41	0·40	0·28	0·12	2·3					
42 [2])	0·14	0·11	0·03	3·7					
43	0·20	0·17	0·03	5·7	3·5—6·4	5·8	0·10	0·05	0·004

[1]) Eine Zelle 7·1 und eine 7·8 Mm. lang. [2]) In den innersten beiden Jahrringen die Zellen am Querschnitte auffallend kleiner; Harzgänge etwas zahlreicher.

Die Jahrringe.

Die Schwarzföhre ist einer jener Bäume, die zu ihrer Astvegetation viel Luft und Licht brauchen, deren innere und untere Partien der Krone weit eher unproductiv werden als bei entschiedenen Schattenhölzern. Dieses die Ursache, dass sich der Baum, in geschlossenen Beständen erwachsen, frühe von Aesten reinigt, was sich äusserlich in der normalen schönen Geradwüchsigkeit und Vollholzigkeit, innerlich in der grossen Regelmässigkeit der Anlage der Holzringe derartig alt gewordener Exemplare ausspricht.

Die untersuchte Scheibe aus 2 M. Höhe über dem Wurzelhalse mag als innersten einen Jahrring aufweisen, der etwa im eilften bis vierzehnten Lebensjahre des jungen Baumes gebildet wurde. Bekannt ist, dass der Zuwachs an jungen Schwarzföhren in den ersten vier bis sechs Jahren ein ganz unbeträchtlicher ist, im ersten Lebensjahre der Pflanze nur einen Bruchtheil eines Millimeters beträgt, aber von Jahr zu Jahr rasch steigt und das Bäumchen schon mit seinem achten bis zehnten Jahre die Zone seines breitesten Zuwachses beginnt. Der innerste Jahrring der erwähnten Scheibe hat eine Breite von 1·8 Mm. Von diesem an steigt der Zuwachs rasch, beträgt drei Jahre später schon 4·7 Mm. und erhält sich noch neun Jahre in einer Breite, die nicht unter 3·9 Mm. sinkt, noch über 5·0 Mm. steigt. Damit ist der Stamm über seine Jugendperiode hinaus, in die Kraftperiode getreten; sein jährlicher Zuwachs hebt sich nur mehr ausnahmsweise über 2 Mm., aber sein Massenzuwachs ist aus geometrischen Gründen noch lange im Steigen begriffen, wiewohl die Jahrringsbreite langsam, unter Schwankungen, aber beständig sinkt. Schon etwa mit dem siebenzigsten Jahre beginnt eine Zone von Holzringen, in der der jährliche Zuwachs normal nicht mehr die Breite eines Millimeters erreicht, und nur dem Zuwachs besonders günstige Jahre, waren es auch mehrere auf einander folgende, konnten den Baum zum Ansatze eines dickeren Holzmantels bestimmen. Nachdem keine Daten zur Verfügung stehen, welchen Einflüssen und Eingriffen der Bestand, dem unser Versuchsbaum entnommen wurde, ausgesetzt war, lassen sich über die Bildungsursache solcher Gruppen breiterer Jahrringe auch keine Vermuthungen aussprechen. Weil dieselben aber — es sind dies die Jahrringszonen Nr. 28 bis 36 und Nr. 42 bis 50 — eine bedeutende Zunahme der Vegetationskraft des Baumes andeuten, so dürfte ihre Bildung denn doch auf Operationen der Forstpraxis zurückzuführen sein.

Man betrachtete es früherhin als fast natürlich und selbstverständlich, dass dem Basisende eines Stammes die breitesten Jahrringe zukommen müssten, dass die Breite dieser gegen den Wipfel zu verlaufend immer mehr und mehr abnehme, oder sich doch zum mindesten gleich bleibe, welchen Anschauungen die schematischen Darstellungen des Wachsthums dikotyler Pflanzen entsprechend Rechnung trugen. Einige Messungen von Bravais und Martins[1]) schienen dies, oder mit gleichem Rechte keine Gesetzmässigkeit zu bestätigen, und erst Hartig[2]) fiel es auf, dass dieselbe Jahreslage im Wipfel eines Baumes zwei- bis dreimal so breit als in der Brusthöhe desselben sei. Nördlinger[3]) fand die Jahrringsbreite

[1]) Voyages de la commission scientifique du Nord, en Scandinavie, en Laponie etc. Tom. II. p. 41.

[2]) Naturgeschichte der forstlichen Culturpflanzen Deutschlands. p. 158.

[3]) Pfeil's krit. Blätter für Forst- und Jagdwissenschaft. Bd. 50, Heft 2, p. 175.

sehr schwankend, gelangte aber endlich zur Annahme, dass die Jahrringe des im Schlusse erwachsenen Baumes gegen die Krone hin, die des freistehenden gegen die Basis zu an Breite gewinnen. v. Mohl[1]) nahm diesen Gedanken auf und fand bei allen seinen Messungen, — ob sie sich nun auf im Schlusse erwachsene Bäume bezogen oder nicht, — constant eine Zunahme der Jahrringsbreite von unten nach oben, was wohl Niemand, der je Querschnitte desselben Stammes aus verschiedenen Höhen verglichen, überraschen konnte.

Sieht man, wie dieses Wachsen der Jahrringbreite mit der Höhe für unseren Baum zutrifft, so besitzt die untersuchte älteste Scheibe wohl die breitesten Jahrringe und die bestentwickelten jeder höheren Stammzone stehen diesen an Breite nach, aber sie besitzt zugleich auch Holzringe von einer Schmalheit, wie sie im übrigen Stamm nirgends mehr vorkommen. Der Unterschied zwischen dem breitesten und schmalsten Jahrringe ist in der unteren Stammpartie am grössten, und diese Differenz verflacht sich gegen den Wipfel zu immer mehr und mehr. Verbreitert sich auch im Allgemeinen, wie unten ziffermässig bewiesen werden soll, jeder Jahrring mit der Entfernung von der Stammbasis, so gilt dieses in erster Linie von jenen Jahrringen, bei deren Bildung der Baum den Culminationspunkt seiner vegetativen Thätigkeit bereits überschritten, oder sein jährlicher Zuwachs für das Fussende des Stammes aus was immer für Gründen stark herabgesunken war. So spricht sich bei unserem Baume die Abnahme seiner Kraft ganz deutlich in der unteren Stammpartie aus, wo der jährliche Zuwachs sich ganz erstaunlich vermindert fand, indess derselbe in grösserer Höhe noch ganz beträchtlich, ja bis in den Wipfel hinein an Breite im raschen Zunehmen begriffen war.

Dieser mindere Zuwachs an den unteren, der erhöhte an den oberen Partien älterer Stämme ist die Hauptursache des sogenannten Qualitätszuwachses der Hölzer, und ein in forstpraktischer Beziehung vielleicht zu wenig gewürdigter Punkt. Er ist, wie schon v. Mohl angegeben, die Ursache des allmäligen Ueberganges abholziger Stämme in vollholzige, endlich walzenförmige, wie sie eben am ausgesprochensten den sogenannten Lichthölzern (Birke, Lärche, Föhre) eigen sind, welche als solche, im Schlusse sich selbst aufastend, einen erwünschten Beitrag zur Theorie der Aufastung liefern.

Für die ersten Lebensjahre eines jungen Bäumchens, in welchen auch das Höhenwachsthum sehr beschränkt ist, mag die Jahrringsbreite mit der Höhe nur ganz geringen Schwankungen unterworfen sein, was mit einer Angabe Wigand's, der für ein 6 Fuss hohes Buchenstämmchen die Jahrringe in jeder Höhe näherungsweise gleich breit gefunden hat, übereinstimmt. An älteren Stämmen trifft dies, wie erwähnt, entschieden nicht zu; nur darf man, um sich davon klar zu überzeugen, nicht die mittlere Jahrringsbreite aus verschiedenen Höhen unter einander vergleichen. Diese wird durch die in der Jugendperiode des Baumes angesetzten Jahrringe unverhältnissmässig erhöht, und ist in dieser Beziehung zugleich vom Höhenwachsthum mit abhängig, wird weiters bei einem älteren Baume durch die schmalen äusseren Jahrringe stark herabgestimmt und ist darum eine complicirte Resultante. Dieses Rivalisiren dreier Factoren mag mit Ursache sein, dass sich Mittelwerthe für die Jahrringsbreite, berechnet aus allen Jahrringen eines Querschnittes, nicht in eine so harmonische Reihe ordnen, wie man sie von vorneherein gerne erwarten würde. Das folgende Schema mag diese Verhältnisse verdeutlichen.

[1]) Bot. Zeitung 1869. Nr. 1.

In Meter Höhe	Zahl der Jahrringe	Schmalster Jahrring	Breitester Jahrring	Mittlere Jahrringsbreite berechnet aus allen Jahrringen einer Scheibe	Mittlere Jahrringsbreite berechnet aus dem mittleren Drittel der Jahrringe jeder Scheibe
		Mm.	Mm.	Mm.	Mm.
2	101	0·22	5·00	1·58	1·13
4	95	0·13	4·29	1·40	1·14
6	86	0·13	3·96	1·40	1·33
8	76	0·20	4·13	1·74	1·54
10	64	0·40	3·80	1·62	1·51
12	56	0·33	3·14	1·25	1·22
14	42	0·59	2·97	1·79	1·82
16	29	0·86	2·21	1·47	1·70
18	13	0·30	1·49	0·86	0·94

Man entnimmt aus diesen Zahlen, wie der Unterschied zwischen dem breitesten und schmalsten Jahrring dem Basisende des Stammes zu am grössten, gegen den Wipfel mehr und mehr verschwindet. Während derselbe in 2 M. Höhe durch das Verhältniss 22 : 1 ausgedrückt erscheint, ist in 16 M. Höhe der breiteste Jahrring nur etwas über $2^1/_2$mal so breit als der schmalste.

Deuten auch die obigen Zahlencolonnen, welche sich auf die mittlere Breite der Jahrringe in verschiedenen Höhen des Baumes beziehen, eine gewisse Reihe an, ein Zunehmen der Breite der Jahrringe mit der Stammhöhe, so fallen an ihnen doch bedeutende Schwankungen auf, welche erst, in ihrer wahrscheinlichen Ursache erkannt, erklärlich werden. In 10 M. Höhe des untersuchten Stammes befanden sich nämlich die ersten dicken Kronenäste eingesetzt, und war die in dieser Höhe entnommene Scheibe selbst von zwei starken Aesten durchzogen. Aehnliches gilt von der Scheibe aus 12 M. Höhe, welche sich, gleich der vorigen, in ihren Messungsresultaten so gerne aus der Reihe zieht. [1])

Vergleicht man die Zahlenreihe, welche die mittlere Breite eines Jahrringes aus allen Jahrringen einer Scheibe berechnet angibt, mit jener, deren Werthe nur aus dem mittleren Drittel der Jahrringe jeder Scheibe berechnet wurden, so findet man die Zahlen der zweiten Reihe bis incl. 12 M. Höhe kleiner, von da ab aber grösser als die der ersten. Es weist dies treffend darauf hin, wie die berechnete mittlere Breite eines Jahrringes für die unteren Stammpartien durch die breiten inneren Jahrringe beeinflusst wird. Im Wipfel, wo die breitesten Jahrringe weiter vom Marke entfernt, mehr gegen die Mitte des Radius gerückt auftreten, und sich die schmalen äusseren Jahrringe des Basisendes stark verbreitert haben, sind die Werthe der zweiten Zahlenreihe stets grösser als die der ersten.

Sicherer als aus den Mittelwerthen spricht sich das Wachsen der Jahrringsbreite von unten nach oben aus, wenn man diese für eine Anzahl derselben Jahrringe durch die Höhe des Stammes verfolgt, wie nachstehende Zusammenstellung, in welcher die mittlere Jahrringsbreite aus je zehn Jahrringen berechnet angegeben wird, versinnlichen mag.

[1]) Beide Scheiben weisen nicht nur bedeutend engere Jahrringe auf, sondern besitzen in diesen auch unverhältnissmässig viel Herbstholz.

In Meter Höhe	Zahl der Jahrringe	Mittlere Breite in Mm. eines Jahrringes der Jahrringsgruppe:									
		1—10	11—20	21—30	31—40	41—50	51—60	61—70	71—80	81—90	91—100
2	101	1·05	0·56	0·87	1·04	1·36	0·78	1·52	1·65	2·80	4·13
4	95	0·55	0·49	1·30	1·16	0·97	1·03	1·74	1·82	2·96	
6	86	0·64	0·52	1·25	1·38	1·12	1·48	1·93	2·15		
8	76	0·68	0·63	1·11	1·54	1·80	3·02	2·79			
10	64	0·72	0·82	1·44	1·79	1·79	2·80				
12	56	0·92	0·62	1·03	1·61	1·88					
14	42	1·46	1·56	1·91	2·36						
16	29	1·31	1·60								
18	13	0·83									

Die äusseren zwanzig Jahrringe haben hiernach in 2 M. Höhe eine grössere Breite als in 4 M. Höhe. Es ist dies wahrscheinlich noch eine Folge des Wurzelanlaufes, der durch diesen bedingten Stammverdickung. Man erkennt, dass die letztgebildeten zehn Jahrringe in einer Höhe von etwa 14 M. ihre grösste Breite erreichen, welche dann wieder durch weitere 4 M. des Stammes abnimmt. Dass dieses nicht auch bei den anderen Jahrringsgruppen statthat, liegt darin, dass die schliessliche Breiteabnahme für die äussersten Jahrringe aus naheliegenden Gründen ganz langsam und allmälig, für die innersten dagegen ziemlich rasch erfolgt, gerade aber alle innersten und schmalsten Jahrringe jeder Höhenzone bei Gruppirung der Jahrringe von aussen nach innen zu je zehn, als über ein Vielfaches von zehn in einer Scheibe vorhanden, in obiger Zusammenstellung keine Berücksichtigung fanden. In 12 M. Höhe treten für die Mehrzahl der Jahrringsgruppen Schwankungen der mittleren Breite auf, die vermuthlich, wie oben erwähnt, auf den Ansatz starker Aeste in dieser Höhe zurückzuführen sind.

Dass diese Gesetzmässigkeit des Wachsens der Jahrringsbreite [1]) mit der Stammhöhe nicht für jeden Baum desselben Bestandes in gleichem Verhältnisse statthat, das dieses also nicht nur von Boden, Klima etc. etc., sondern wesentlich auch von seinem Stande zu den benachbarten Bäumen, der Stellung seiner Aeste und so vielen anderen Factoren abhängt, bestätigt die Erfahrung, welche längst gezeigt hat, dass die Aufastung an sehr alten Stämmen, auf schlechtem Boden, oder unter sonst ungünstigen Verhältnissen nutzlos, ohne Einfluss auf den Qualitätszuwachs sein kann. Hiernach ist von vorneherein anzunehmen, dass für das

[1]) Siehe Bot. Zeitung Bd. 1869, Nr. 1: Hugo v. Mohl, „ein Beitrag zur Lehre vom Dickenwachsthum der dikotylen Bäume". Der genannte Forscher, der in ganz ähnlicher Weise, wie es oben geschehen, den Verlauf der Jahrringe im Stamme der Weisstanne, Rothtanne, Lärche, Föhre und Schwarzföhre verfolgte, fand für einen jungen Baum der letzteren Art:

Höhe über dem Boden	Mittlere Breite in Pariser Linien Eines Jahrringes der Gruppe		
	1—10	11—20	21—30
4 Fuss (15 Jahre)	1·74	2·75	1·64
12 Fuss (10 Jahre)	1·97	3·27	
20 Fuss (6 Jahre)	2·57		

forstpraktische Theorem, dem zufolge der jährliche Massenzuwachs für jede Stammhöhe näherungsweise der gleiche sein soll, häufige und bedeutende Abweichungen zu constatiren wären.

Die Frage, ob ein ähnliches Gesetz auch für die Aeste gelte, ob auch in diesen die Breite der Jahrringe mit der Entfernung vom Stamme wachse, ist noch von keiner Seite beantwortet worden, und auch die Ergebnisse der für zwei Aeste durchgeführten Messungen vermögen es nur wahrscheinlich zu machen, ohne es genügend zu beweisen. Als Analogieschluss ist dies mindestens für gewisse walzig gebaute Aeste, wie sie schirmig bekronten Bäumen eigen sind, und sich auch an der untersuchten Schwarzföhre fanden, sehr wahrscheinlich. Sicherlich ist, wenn dies zutrifft, das Breiterwerden der Jahrringe mit der Länge des Astes in ganz ähnlicher Weise von der Baumart, der Stellung des Astes am Stamme, seinem Bedürfniss nach Wärme, Licht und Luft und den Umständen, wie ihm diese geboten werden können, abhängig, wie entsprechende Bedingungen für die gedachte Entwicklung der Jahrringe im Stamme. So wäre zu vermuthen, dass eine derartige Gesetzmässigkeit an den langen Aesten sogenannter Lichthölzer am ausgesprochensten auftritt.

Vergleicht man bei den untersuchten Aesten die mittlere Jahrringsbreite in wachsender Entfernung vom Stamme, so ist ein ziemlich regelmässiges Abnehmen dieser Breite zu constatiren.

Entfernung vom Stamme	Mittlere Jahrringbreite in Mm. im	
	Aste A	Aste B
Nahe dem Stamme	0·90	0·62
0·5 Meter	0·85	0·59
1·0 „	0·77	0·48
1·5 „	0·56	0·45
2·0 „	0·62	0·40

Verfolgt man jedoch die Breite derselben Gruppe von Jahrringen durch die Länge des Astes, so ist das Abnehmen der Jahrringsbreite mit der Länge des Astes nicht mehr so augenscheinlich, und ein Breiterwerden derselben, zwar unter bedeutenden Schwankungen, aber doch eher anzunehmen, als das Gegentheil. Zu Gunsten solcher Auffassung sei erwähnt, dass die mit „nahe dem Stamme“ bezeichneten Scheiben in so geringer Entfernung vom Stamme entnommen waren, dass ihre erhöhten Jahrringsbreiten zum Theile sicherlich noch im Einflusse des nahegelegenen verdickten Astanlaufes begründet gewesen sein mögen.

Entfernung vom Stamme	Ast A			Ast B		
	Mittlere Breite in Mm. eines Jahrringes der Jahrringsgruppe					
	1—10	11—20	21—30	1—10	11—20	21—30
Nahe dem Stamme	0·38	0·55	0·76	0·56	1·14	1·00
0·5 Meter	0·25	0·53	0·91	0·61	0·91	
1·0 „	0·28	0·51		0·37	1·06	
1·5 „	0·36	0·46		0·42		
2·0 „	0·37			0·63		

In analoger Weise, wie die Jahrringsbreite im Stamme durch den Ansatz der Aeste vermindert wird, dürfte jene in diesen selbst durch die abzweigenden Seitenäste beeinflusst werden, und waren darum die reichlich mit Nebenzweigen besetzten und untersuchten zwei Aeste in dieser Beziehung kein besonders günstiges Materiale.

Wäre eine Verbreiterung der Jahrringe mit der Länge der Aeste als das Resultat des Kampfes dieser untereinander um ihre Existenzbedingungen: Wärme, Licht und Luft, aufzufassen, so könnte man eine Verbreiterung der Jahrringe der Wurzeln mit dem Suchen derselben nach Feuchtigkeit und Nahrung, mit dem Streben derselben möglichst lange zu werden und zahlreiche Befestigungspunkte zu gewinnen, zu begründen versuchen. Gilt ein derartiges Gesetz für die Wurzeln überhaupt, dann dürften es die, sich unter der Bodenfläche in fast gleicher Dicke hinziehenden Thauwurzeln, wie sie z. B. die Fichte besonders entwickelt zeigt, passendst demonstriren, während die von unserem Baume untersuchten Wurzeln hiefür ein ganz ungenügendes, unpassendes Materiale genannt werden müssen. Das Wachsthum einer Wurzel in flachgründigem, steinigem Boden, unmittelbar über Kalkschotter und Felsen, kann einer normalen Jahrringbildung, einer gleichmässigen Entwicklung der Wurzel in die Länge nicht günstig sein. Jedes der Wurzel ein Hemmniss abgebende Steinchen modificirt die Jahrringsbreite der betreffenden Stelle, und wenn sich dieselbe noch zwischen grössere Steine und Felsen klemmt, so ist sie unter Verhältnissen alt geworden, welche sie zum Studium der Jahrringsbreite ganz und gar ungeeignet machen. Wir lassen die aus zwei derartig erwachsenen Wurzeln gewonnenen Daten folgen, nicht so sehr, um damit die Ansicht zu stützen, dass sich Wurzeln in Bezug auf den Verlauf der Jahrringe dem Stamme ähnlich verhalten, als an ihnen zu zeigen, dass eine Abnahme der Jahrringsbreite mit der Länge derselben kaum besser zu beweisen ist.

Seitenwurzel	Entfernung von der Hauptwurzel	Schmalster Jahrring	Breitester Jahrring	Mittlere Breite in Mm. eines Jahrringes der Jahrringgruppe 1—10	11—20	21—30	31—40	41—50	51—60	61—70	71—80	81—90
C	Nahe der Hauptwurzel	0·06	2·40	0·13	0·30	0·39	0·38	0·34	0·68	0·69	0·77	0·77
	0·5 M.	0·09	1·74	0·16	0·49	0·32	0·26	0·60	0·72	0·47		
	1·0 „	0·07	2·64	0·19	0·21	0·26	0·32	0·56	0·80	0·93		
	1·5 „	0·07	1·88	0·23	0·17	0·15	0·50	0·51	0·94			
	2·0 „	0·07	1·64	0·21	0·26	0·21	0·41	0·29	0·46			
D	Nahe der Hauptwurzel	0·05	1·00	0·12	0·23	0·34	0·53	0·26	0·56	0·18		
	0·5 M.	0·07	2·74	0·15	0·17	0·26	0·52	0·77				
	1·0 „	0·12	0·78	0·20	0·28	0·36	0·43	0·42				
	1·5 „	0·06	0·80	0·13	0·18	0·27	0·36					

Mit Ausnahme der Jahrringsgruppen 21—30 in der Wurzel C und 31—40 in der Wurzel D zeigen beide Wurzeln für ihre Jahrringe eine mehr minder ausgesprochene Zunahme der Breite dieser mit der Länge der Wurzel. Wenn also eine derartige Gesetzmässigkeit an so ungünstigem Materiale undeutlich, aber man ist verleitet zu sagen, dennoch

zum Ausdruck kommt, so müsste sie sich in langen, auf weichem Boden erwachsenen Wurzeln vermuthlich besser ausgedrückt finden. Zweifellos wird aber nach den Resultaten dieser Studie die Jahrringsbreite in den Aesten und Wurzeln durch die Abzweigung von Seitenästen und Nebenwurzeln für die Umgebung der Ansatzstelle in ganz analoger Weise herabgestimmt, wie es für den Stamm durch die Kronenäste geschieht und mögen sich weiters diese Seitenzweige und Nebenwurzeln und ihre weiteren Verästlungen in Bezug auf den Verlauf der Jahrringsbreite den grossen apendikulären Theilen des Baumes ähnlich verhalten.

Das Verhältniss von Herbstholz zu Frühlingsholz.

Sanio hat die Herbstholzlagen des Hochstammes mit einem von oben nach unten an Festigkeit zunehmenden Gerüste verglichen, an welches sich die dünnwandigen Frühlingsholzschichten anlegen und dadurch den Baum zu einem äusseren mechanischen Einflüssen gegenüber widerstandsfähigen Bau machen. Die Breite des Herbstholzes nimmt nach Angaben des genannten Autors von oben nach unten beträchtlich zu, ziemlich unabhängig von der Breite der Jahrringe. [1])

Die an unserem Baume gemachten Messungen bestätigen dieses einfache Gesetz und zeigen zugleich, in wie ferne die Breite des Herbstholzes im Stamme durch die Nachbarschaft stärkerer Aeste beeinflusst wird.

In Meter Höhe über dem Boden	Mittlere Jahrringsbreite	Mittlere Breite des Frühlingsholzes	Mittlere Breite des Herbstholzes	Verhältniss des Herbstholzes zum Frühlingsholze, ersteres = 1 gesetzt
	Mm.	Mm.	Mm.	
2	1·58	1·00	0·58	1·72
4	1·40	0·90	0·50	1·78
6	1·40	0·96	0·44	1·88
8	1·74	1·27	0·47	2·65
10	1·62	1·15	0·47	2·48
12	1·25	0·83	0·42	1·95
14	1·79	1·24	0·55	2·23
16	1·46	1·14	0·32	3·50
18	0·86	0·71	0·15	4·50

Die Schwankungen, welche für das Verhältniss des Herbstholzes zum Frühlingsholze in den Höhen von 10, 12 und 14 M. auftreten und ganz bedeutend mit den übrigen Zahlen der angedeuteten Reihe disharmoniren, stehen, wie fast mit Gewissheit anzunehmen, im Zusammenhange mit den in diesen Höhen befindlich gewesenen Kronenästen, wie sich denn auch diese Scheiben in Bezug auf die Jahrringsbreite abnorm verhielten.

Sanio beobachtete für dieses Verhältniss bei einer 27 M. hohen Weissföhre ähnliche Schwankungen in den Höhen von 18 und 20 M., und ist der Verdacht naheliegend, dass auch diese auf die Aeste zu beziehen waren.

[1]) Pringsheim, Jahrb. f. wissenschaftl. Bot. Bd. IX. Dr. K. Sanio: Anatomie der gemeinen Kiefer.

Was die Frage betrifft, ob bei breiten Jahrringen vorzugsweise das dünnwandige Frühlingsholz oder das Herbstholz relativ an Breite zunehme, so ist diese von Mohl,[1]) Sanio,[2]) Nördlinger[3]) und noch Anderen ganz entgegengesetzt beantwortet worden, und schon der Umstand, dass hierüber von Forschern, die sich nur trockene Zahlen gegenüberzustellen hatten, dennoch gestritten werden konnte, beweist, dass sie kein fundamentales Gesetz berühre. Wäre diese Frage von den genannten Forschern gleich aufgefasst worden, so hätte sie ihren Werth überhaupt verloren, wenn sich herausstellt, dass es sich hierbei um so geringe Unterschiede handelt, dass einmal die eine, dann aber auch die andere Ansicht an anderem Materiale ihr gutes Recht vertreten kann. Sie wäre dann zu einer Frage von Bedeutung aufgebauscht worden, die sie nie und nimmer verdient hat.

Während v. Mohl für alle von ihm untersuchten Coniferen die Regel aufstellte, dass der äussere festere Theil einen desto grösseren Theil des Jahrringes bildet, je dünner dieser ist, wusste Sanio für einen concreten Fall das Gegentheil solcher Auffassung nachzuweisen. Aber an welchem Materiale und wie haben sich die beiden Forscher diese divergirenden Resultate erarbeitet? Mohl gibt nichts darüber an, was ihn zu diesem Schlusse geführt, aber der Verdacht, dass sein Materiale dem Fussende von Stämmen entnommen war, vielleicht gar in Basisscheiben bestand, scheint ein begründeter. Während v. Mohl höchst wahrscheinlich abnorm schmale Jahrringe eines Querschnittes aus unterer Stammpartie gegenüber den darin vorkommenden besonders breiten im Auge hatte, verfolgte Sanio[4]) denselben oder eine Gruppe von Jahrringen durch die Höhe des Baumes und setzte die gefundenen Breiteschwankungen in Beziehung zum Verhältnisse des Herbstholzes zum Frühlingsholze. Sanio kam hierbei zu dem Eingangs dieses Capitels bestätigten Gesetze, dass sich die Differenz zwischen Herbstholz und Frühlingsholz vom Basisende gegen den Wipfel zu vergrössere und gelangte, wohl noch unterstützt von dem Glauben, dass die Breite der Jahrringe mit der Höhe des Baumes abnehme, zu dem von ihm vertheidigten Schlusse, der nach den Resultaten dieser Arbeit dahin zu modificiren ist, dass das Herbstholz gegen den Wipfel zu immer relativ weniger werde, dieses aber nicht im Zusammenhange mit der nach oben wachsenden Jahrringsbreite, sondern einzig mit der Höhe steht. Erweist sich also, dass die Begriffe Jahrringsbreite und Verhältniss von Herbstholz zu Frühlingsholz in der Weise nicht verquickt sind, wie Sanio es wähnte, so wäre noch die Mohl'sche Ansicht zu überprüfen, wie sich der schmälere Jahrring dem breiteren desselben Querschnittes gegenüber verhält. Die für diese Untersuchung durchgeführten Messungen enthalten ein überreiches Materiale zur Beantwortung der aufgeworfenen Frage, der zu Liebe bei jedem Jahrringe das Verhältniss Herbst- zu Frühlingsholz besonders notirt wurde. Dass man aus dem Anblick dieser Zahlencolonnen nicht klug wird, dürfte man zugestehen. Der

[1]) Bot. Ztg. 1862, p. 228.

[2]) Pringsheim, Jahrb. f. wissenschaftl. Bot. Bd. IX. p. 116.

[3]) „Die technischen Eigenschaften der Hölzer", p. 20. Nördlinger sagt dort von den Nadelhölzern: „Beim Breiterwerden der Ringe bleibt sich der letztere (Streif des Herbstholzes) ziemlich gleich, wogegen der breite Ringtheil sich verbreitert."

[4]) Dass Sanio (l. c. p. 116) ein sehr regelmässiges Abnehmen der Jahrringsbreite constatirt, ist auffällig. Nach ihm hatten dieselben äusseren fünfzehn Jahrringe einer gemeinen Föhre eine mittlere Breite von:

Wipfelscheibe	21	Jahrringe	0·82	Mm.
"	35	"	1·06	"
Zopfende	72	"	1·28	"
Stammende	105	"	1·85	"

Verfasser dieses hat diese Zahlen gewendet und gedreht, nach allen Richtungen verglichen, um weder für, noch gegen Mohl Partei nehmen zu können; sie sagen eben gar nichts, sagen nichts, als dass dieses Verhältniss für den einzelnen Jahrring, verglichen mit seinesgleichen, so labil wie seine Breite. Dass aber auch in der Summe von Jahrringen diesbezüglich kein ausgesprochener Gedanke liegt, dass es schwer ist, eine Beziehung zwischen Jahrringsbreite und dem oft erwähnten Verhältniss zu finden, dass es fast unmöglich ist, die Regel von der Ausnahme zu unterscheiden, mögen die folgenden Zahlen darthun.

In der Höhe von Metern über dem Boden	Jahrringsgruppe									
	1—10		11—20		21—30		31—40		41—50	
	Mittlere Jahrringsbreite	Herbstholz zu Frühlingsholz	Mittlere Jahrringsbreite	Herbstholz zu Frühlingsholz	Mittlere Jahrringsbreite	Herbstholz zu Frühlingsholz	Mittlere Jahrringsbreite	Herbstholz zu Frühlingsholz	Mittlere Jahrringsbreite	Herbstholz zu Frühlingsholz
	Mm.		Mm.		Mm.		Mm.		Mm.	
2	1·05	1 : 1·23	0·56	1 : 1·80	0·87	1 : 1·10	1·04	1 : 1·34	1·36	1 : 1·33
4	0·55	1 : 1·81	0·49	1 : 2·83	1·30	1 : 1·35	1·16	1 : 1·69	0·97	1 : 1·76
6	0·64	1 : 1·54	0·52	1 : 1·99	1·25	1 : 1·14	1·38	1 : 1·57	1·12	1 : 1·62
8	0·68	1 : 1·90	0·63	1 : 2·73	1·11	1 : 2·19	1·54	1 : 1·88	1·80	1 : 2·60
10	0·72	1 : 2·04	0·82	1 : 2·59	1·44	1 : 1·59	1·79	1 : 2·41	1·79	1 : 3·19
12	0·92	1 : 1·83	0·62	1 : 1·92	1·03	1 : 1·39	1·61	1 : 1·04	1·88	1 : 3·90
14	1·46	1 : 1·90	1·56	1 : 2·14	1·91	1 : 2·05	2·36	1 : 2·52		
16	1·31	1 : 3·11	1·60	1 : 3·27						
18	0·83	1 : 3·70								
Im Mittel	0·90	1 : 2·11	0·85	1 : 2·41	1·27	1 : 1·54	1·55	1 : 1·82	1·48	1 : 2·40

	Jahrringsgruppe									
	51—60		61—70		71—80		81—90		91—100	
2	0·78	1 : 1·47	1·52	1 : 1·63	1·65	1 : 1·58	2·80	1 : 2·47	4·13	1 : 4·11
4	1·03	1 : 1·64	1·74	1 : 1·94	1·82	1 : 2·02	2·96	1 : 2·03		
6	1·48	1 : 1·80	1·93	1 : 2·56	2·15	1 : 2·93				
8	3·02	1 : 2·42	2·79	1 : 2·83						
10	2·80	1 : 2·81								
Im Mittel	1·82	1 : 2·03	1·99	1 : 2·24	1·87	1 : 2·17	2·88	1 : 2·25	4·13	1 : 4·11

Vergleicht man diese horizontalen Reihen, welche je einen Stammesquerschnitt darstellen, so fällt es schwierig, irgend einen Zusammenhang zwischen Jahrringsbreite und dem Verhältniss Herbst- zu Frühlingsholz herauszufinden, denn da wird jede Zahl näher ins Auge gefasst, zur Ausnahme.

Vergleicht man für die Scheibe aus 2 M. Höhe alle Jahrringe, deren Breite unter 1 Mm., mit jenen, deren Breite über 2 Mm. (erstere 37, letztere 20 an der Zahl), so ist für erstere das Verhältniss Herbstholz zu Frühlingsholz = 1 : 1·47, für letztere 1 : 2·33, indess das mittlere Verhältniss für alle Jahrringe der Scheibe durch 1 : 1·72 ausgedrückt erscheint. Das spräche für die Richtigkeit der Mohl'schen Regel, und es ist in der That möglich — leider wurde ein Querschnitt aus geringerer Höhe nicht untersucht — dass sie für die unteren Stammpartien, wo die Zellbildung im Frühlinge weit später als für den

übrigen Baum beginnt, und eine harte unelastische Borke die Entwicklung des Cambiums hemmt, einige Giltigkeit hat. In 4 M. Höhe ist dieses Verhältniss für alle Jahrringe unter 1 Mm. (33) 1 : 2·14, für alle über 1·5 Mm. (30) 1 : 1·72, für alle der Scheibe 1 : 1·78, also der Regel Mohl's zuwider.

In 6 M. Höhe ist dieses Verhältniss für die Jahrringe unter 1 Mm. Breite (28) 1 : 1·99, für jene über 1·5 Mm. (37) 1 : 2·56, für alle Jahrringe 1 : 1·88; hier also wieder eine scheinbare Bestätigung, die sich aber selbst richtet, insoferne die Jahrringe der Breite zwischen 1 und 1·5 Mm. am allerwenigsten Herbstholz unter den Jahrringen dieser Scheibe besitzen.

Wie im Stamme in dieser Beziehung nichts Gesetzmässiges, ebensowenig in den Aesten. Für die nahe dem Stamme entnommene Scheibe des Astes A ist das Verhältniss für die Jahrringe unter 0·70 Mm. 1 : 0·55, für jene von grösserer Breite 1 : 0·59; für die gleichgelegene Scheibe des Astes B für die Jahrringe unter 0·80 Mm. 1 : 0·77, für die breiteren 1 : 0·75 Mm. Also ein beständiges Schwanken und wo bleibt die Regel?

Noch könnten in Bezug auf die Aeste viele Ziffern angeführt werden, die vergleichbar und verglichen vorliegen, sie würden aber nichts lehren, als dass man dort kein Gesetz ableiten soll, wo keines ist, und dass wir es in der weitläufig behandelten Frage mit dem Producte von Factoren zu thun haben, die gegen einander noch viel zu wenig abgewogen sind, um statt ihrer ein elementares Gesetz substituiren zu können.

Wenden wir uns von dieser Frage weg den Ergebnissen zu, welche in Bezug auf den Bau der Aeste aus der vorliegenden Studie gewonnen wurden, so bestätigt dieselbe die bekannte Thatsache, dass das Herbstholz in den Aesten einen unvergleichlich grösseren Theil der Jahrringe ausmacht, als im Stamm. Sie bilden in dieser Beziehung den directen Gegensatz zu den Wurzeln, und zwischen diese Extreme stellt sich das Holz des Stammes, das dem Fussende des Baumes zu immer astholzähnlicher, dem Wipfel zu immer wurzelholzähnlicher wird. Wie im Stamm nimmt auch in den Aesten das Herbstholz mit der Länge derselben mehr und mehr an Breite ab.

Ast	Entfernung vom Stamme	Mittlere Jahrringsbreite	Mittlere Breite des Frühlingsholzes	Mittlere Breite des Herbstholzes	Verhältniss des Herbstholzes zum Frühlingsholze, ersteres = 1 gesetzt
		Mm.	Mm.	Mm.	
A	Nahe dem Stamme	0·62	0·23	0·39	0·61
	0·5 Meter	0·59	0·30	0·29	1·06
	1·0 „	0·48	0·30	0·18	1·67
	1·5 „	0·45	0·25	0·20	1·23
	2·0 „	0·40	0·21	0·19	1·08
B	Nahe dem Stamme	0·90	0·39	0·51	0·77
	0·5 Meter	0·85	0·56	0·29	1·92
	1·0 „	0·77	0·52	0·25	2·02
	1·5 „	0·56	0·44	0·12	3·65
	2·0 „	0·62	0·40	0·22	1·82

Betrachtet man diese Zahlen näher, so fällt es zunächst auf, und das wiederholt sich im Baume nur in den dicken Theilen starker Wurzeln, *dass das Herbstholz in den Aesten an der Stelle, wo sie dem Stamm entspringen, das Frühlingsholz weitaus an Breite, im Aste A fast um die Hälfte übertrifft.* Es erklärt dieses die oft ganz abnorme Härte der sogenannten Hornäste und das späte Abfaulen des dem Stamm zunächst liegenden Stückes stärkerer abgestorbener Aeste bei den Nadelhölzern. Die zur Erklärung dieser Erscheinungen bisher herbeigezogene Verharzung mag auch ihren Antheil an den Eigenschaften solcher Aeste haben, aber gerade bei der Schwarzföhre, deren Astholz sich durch relative Armuth an Harzgängen auszeichnet, mag dies weniger der Fall sein. Dass dieser massenweisen Ablagerung dickwandiger Zellen an der Stelle, wo der Ast in den Baum eingelenkt ist, auch eine hohe biologische Bedeutung zukommt, wird klar, wenn man überdenkt, dass dieser Punkt der eigentliche Angriffspunkt für den Sturm, den Regen und die Schneelast ist, und dass dichtbenadelte oder belaubte Aeste diesen feindlichen Kräften eine oft ganz bedeutende Angriffsfläche bieten.

Im Uebrigen verhält es sich mit dem Herbstholze in den Aesten ganz ähnlich wie im Stamme, nur nimmt seine Breite in Bezug auf die Länge der Aeste viel rascher ab als in jenem, um gegen die Spitze des Astes zu, wo die Jahrringe an Dicke abnehmen, noch einmal an relativer Breite zu gewinnen. Wie sich dies im Allgemeinen für die Jahrringe eines Astquerschnittes gezeigt, so auch für Gruppen von Jahrringen.

Ast	Entfernung vom Stamme	Jahrringsgruppe								
		1—10			11—20			21—30		
		Mittlere Breite des Frühlingsholzes	Mittlere Breite des Herbstholzes	Verhältniss des Herbstholzes zum Frühlingsholze, ersteres = 1 gesetzt	Mittlere Breite des Frühlingsholzes	Mittlere Breite des Herbstholzes	Verhältniss des Herbstholzes zum Frühlingsholze, ersteres = 1 gesetzt	Mittlere Breite des Frühlingsholzes	Mittlere Breite des Herbstholzes	Verhältniss des Herbstholzes zum Frühlingsholze, ersteres = 1 gesetzt
		Mm.	Mm.		Mm.	Mm.		Mm.	Mm.	
A	Nahe dem Stamme	0·11	0·26	0·44	0·14	0·40	0·36	0·36	0·40	0·89
	0·5 M.	0·17	0·07	2·31	0·22	0·31	0·69	0·40	0·50	0·80
	1·0 „	0·17	0·11	1·47	0·25	0·25	1·01			
	1·5 „	0·15	0·20	0·77	0·22	0·24	0·92			
	2·0 „	0·17	0·20	0·85						
B	Nahe dem Stamme	0·23	0·33	0·70	0·47	0·67	0·69	0·35	0·65	0·53
	0·5 M.	0·45	0·16	2·85	0·46	0·45	1·03			
	1·0 „	0·26	0·11	2·37	0·70	0·36	1·91			
	1·5 „	0·31	0·11	2·73						
	2·0 „	0·36	0·27	1·34						

So wie sich das Astholz in so vielem anderen wesentlich vom Wurzelholze unterscheidet, so auch in Bezug auf die Beschaffenheit der Grenze zwischen Frühlings- und Herbstholz in den Jahrringen. In den Aesten gilt es für alle breiteren Jahrringe als Regel, dass das Frühlingsgewebe ganz allmälig in das derbwandige Herbstholz übergeht, die Grenze zwischen beiden also meist sehr undeutlich, oft gar nicht sichtbar vorhanden ist,

während für das Holz der Wurzeln unserer Nadelbäume eine sehr scharfe Herbstgrenze, sehr weite Zellen im Frühlings- und stark tangential abgeplattete Zellen im Herbstholze ganz charakteristisch sind. Das Stammholz steht auch in dieser Beziehung zwischen dem der Aeste und Wurzeln; je näher dem Fussende des Baumes zu, desto verwischter die Herbstgrenze, desto geringer der Unterschied zwischen der Weite der Zellen, der den Jahrring bildenden Zonen und ihrer Wandverdickung, und umgekehrt, je näher dem Wipfel, desto zarter das Frühlingsgewebe, desto platter die Herbstholzzellen, desto deutlicher die Grenze zwischen beiden.

Schon oben wurde angedeutet, und es ist längst bekannt, dass das Herbstholz in den Wurzeln eine mehr untergeordnete Rolle spielt, ja in den vom Wurzelhalse weit entfernten Theilen dickerer Wurzeln durch höchstens vier bis fünf Zellreihen, meist aber nur durch eine angedeutet erscheint. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass unser Auge, und damit sei auch das bewaffnete gemeint, in den äussersten Theilen einer Wurzel überhaupt nicht die volle Zahl Jahrringe zu unterscheiden vermag, weil sich an vielen derselben keine Herbstholzlage gebildet hat, oder diese, was weit minder anzunehmen begründet, am Querschnitte nicht vom Frühlingsgewebe zu unterscheiden ist. Im Uebrigen sind die Beziehungen zwischen Herbst- und Frühlingsholz in den Wurzeln, wenigstens für die Seitenwurzeln, ganz ähnliche wie im Stamme und den Aesten, d. h. das Herbstholz nimmt in diesen mit der Länge derselben beständig ab, wie es die unten befindlichen Zusammenstellungen für die beiden untersuchten Wurzeln veranschaulichen sollen.

Seitenwurzel	In Entfernung von der Hauptwurzel	Mittlere Jahrringsbreite	Mittlere Frühlingsholzbreite	Mittlere Herbstholzbreite	Verhältniss des Herbstholzes zum Frühlingsholze, ersteres = 1 gesetzt
		Mm.	Mm.	Mm.	
C	Nahe der Hauptwurzel	0·48	0·23	0·25	0·89
	0·5 Meter	0·42	0·18	0·24	0·75
	1·0 „	0·46	0·24	0·22	1·05
	1·5 „	0·40	0·24	0·16	1·55
	2·0 „	0·31	0·20	0·10	2·00
D	Nahe der Hauptwurzel	0·32	0·16	0·15	1·10
	0·5 Meter	0·32	0·18	0·13	1·39
	1·0 „	0·33	0·25	0·08	3·08
	1·5 „	0·24	0·20	0·04	5·05 [1]

[1]) Der Widerspruch zwischen der mittleren Jahrrings-, der Frühlingsholz-, Herbstholz-Breite und der Angabe der Beziehung dieser zu einander rührt daher, dass alle diese Zahlen auf drei Decimalstellen berechnet, der Uebersichtlichkeit halber aber hier auf nur zwei abgerundet wurden.

Seitenwurzel	Entfernung von der Hauptwurzel	Jahrringsgruppe														
		1—10			11—20			21—30			31—40			41—50		
		Mittlere Breite des Frühlingsholzes	Mittlere Breite des Herbstholzes	Verhältniss des Herbstholzes zum Frühlingsholze, ersteres = 1 gesetzt	Mittlere Breite des Frühlingsholzes	Mittlere Breite des Herbstholzes	Verhältniss des Herbstholzes zum Frühlingsholze, ersteres = 1 gesetzt	Mittlere Breite des Frühlingsholzes	Mittlere Breite des Herbstholzes	Verhältniss des Herbstholzes zum Frühlingsholze, ersteres = 1 gesetzt	Mittlere Breite des Frühlingsholzes	Mittlere Breite des Herbstholzes	Verhältniss des Herbstholzes zum Frühlingsholze, ersteres = 1 gesetzt	Mittlere Breite des Frühlingsholzes	Mittlere Breite des Herbstholzes	Verhältniss des Herbstholzes zum Frühlingsholze, ersteres = 1 gesetzt
		Mm.	Mm.		Mm.	Mm.		Mm.	Mm.		Mm.	Mm.		Mm.	Mm.	
C	Nahe der Hauptwurzel	[1] 0·08	0·05	1·58	0·14	0·16	0·92	0·20	0·19	1·07	0·18	0·20	0·88	0·16	0·18	0·86
C	0·5 Meter	0·10	0·06	1·60	0·19	0·30	0·64	0·14	0·18	0·78	0·13	0·13	0·96	0·23	0·37	0·62
C	1·0 „	0·12	0·07	1·71	0·14	0·07	1·98	0·15	0·11	1·43	0·17	0·15	1·11	0·25	0·31	0·80
C	1·5 „	0·15	0·08	1·84	0·11	0·05	2·13	0·11	0·03	3·42	0·27	0·22	1·22	0·31	0·20	1·59
C	2·0 „	0·13	0·07	1·78	0·18	0·08	2·29	0·13	0·08	1·63	0·27	0·14	1·98	0·20	0·09	2·24
D	Nahe der Hauptwurzel	0·07	0·05	1·44	0·09	0·14	0·62	0·13	0·20	0·67	0·26	0·27	0·97	0·17	0·09	1·78
D	0·5 Meter	0·09	0·07	1·35	0·09	0·08	1·02	0·13	0·13	1·01	0·33	0·20	1·65	0·44	0·33	1·35
D	1·0 „	0·13	0·07	1·94	0·16	0·12	1·37	0·24	0·11	2·21	0·34	0·08	4·14	0·36	0·06	6·07
D	1·5 „	0·11	0·03	4·11	0·15	0·03	5·74	0·23	0·04	6·13	0·30	0·06	5·03			

Seitenwurzel	Entfernung von der Hauptwurzel	Jahrringsgruppe														
		51—60			61—70			71—80			81—90					
C	Nahe der Hauptwurzel	0·27	0·41	0·66	0·30	0·39	0·77	0·38	0·38	0·99	0·36	0·40	0·90			
C	0·5 Meter	0·20	0·53	0·37	0·25	0·22	1·17									
C	1·0 „	0·40	0·39	1·03	0·41	0·52	1·28									
C	1·5 „	0·52	0·42	1·23												
C	2·0 „	0·31	0·15	2·07												
D	Nahe der Hauptwurzel	0·32	0·24	1·35	0·12	0·06	1·86									

[1] Es sei hier erwähnt, dass diese und alle ähnlichen wo immer hier mit zwei Decimalstellen aufgeführten, Werthe ursprünglich auf drei Decimalstellen berechnet und auf zwei corrigirt wurden, daher zuweilen der Widerspruch zwischen der hier angegebenen Breite der einzelnen Jahrringe und dem Verhältnisse von Herbstholz zu Frühlingsholz. Dass es sich aber bei dergleichen Darstellungen mehr um die grösstmöglichste Uebersichtlichkeit als um mathematische Genauigkeit handelt, ist einleuchtend, und der Grund, warum überall von Angabe der dritten Decimalstelle abgesehen wurde.

Die Holzfasern.

Während man früher stillschweigend der Ansicht hinneigte, dass die Dimensionen der Holzfasern für Stamm, Aeste und Wurzeln eines Baumes dieselben seien, wurde durch die Arbeiten Schacht's und Mohl's nachgewiesen, dass in dieser Beziehung ganz wesentliche Unterschiede bestehen. Die Untersuchungen der genannten Forscher bezogen sich auf die Breite und Wanddicke der Holzfasern, welche in den Aesten schmäler, in den Wurzeln breiter und zartwandiger als jene des Stammes gefunden wurden. Was man sonst noch über Dimensionen der Holzfasern wusste, fusste in der ganz allgemein gehaltenen Anschauung, dass die Zellen der Aeste kürzer als die des Stammes, diese wieder kürzer als die der Wurzeln seien.

Sanio[1]) war es, der zuerst auf Grundlage mühevoller Untersuchungen den Nachweis führte, dass die Grösse der Holzzellen in den Stamm- und Asttheilen überall von innen nach aussen durch eine Anzahl von Jahrringen hindurch zunimmt, bis eine bestimmte Grösse erreicht ist, welche dann für die folgenden Jahrringe constant bleibt. Eine zweite von Sanio gefundene Gesetzmässigkeit spricht sich dahin aus, dass sich die endliche constante Grösse der Holzzellen im Hochstamme in der Weise ändert, dass sie stetig von unten nach oben zunimmt, in bestimmter Höhe ihr Maximum erreicht, und dann nach dem Wipfel zu wieder abnimmt.

Diese von Sanio speciell an *Pinus silvestris* abgeleiteten Gesetze werden durch die Resultate der vorliegenden Untersuchung bestätigt. In den wenigen Punkten, wo sie von diesen abweichen, müssten erst bestätigende Studien das Recht der hier ausgesprochenen Vermuthungen begründen helfen.

Laufende Nr. des Jahrringes	2 M. Höhe	4 M. Höhe	6 M. Höhe	8 M. Höhe	10 M. Höhe	12 M. Höhe	14 M. Höhe	16 M. Höhe	18 M. Höhe	Laufende Nr. des Jahrringes	2 M. Höhe	4 M. Höhe	6 M. Höhe	8 M. Höhe	10 M. Höhe	12 M. Höhe	14 M. Höhe	16 M. Höhe	18 M. Höhe
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20	3·5	—	4·1	3·4	3·3	3·2	3·1	—	
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	21	—	3·2	—	—	—	—	—	2·1	
3	—	3·1	—	—	—	—	—	3·3	1·2	22	—	—	—	—	—	—	—	—	
4	—	—	3·5	3·8	3·6	3·6	3·3	—	—	23	—	—	—	—	—	—	—	—	
5	3·1	—	—		—	—	—	—	—	24	—	3·7	3·8	3·5	3·8	3·2	2·7	1·6	
6	—	3·1	—	3·3	—	—	—	3·0	0·9	25	3·2	—	—	—	—	—	—	—	
7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	26	—	—	—	—	—	—	—	—	
8	—	—	3·5	—	3·5	3·7	3·4	—	—	27	—	3·3	—	—	—	—	—	1·1	
9	—	3·5	—	—	—	—	—	2·8	0·7	28	—	—	3·8	3·8	3·2	3·2	2·6	—	
10	3·3	—	—	—	—	—	—	—	—	29	—	—	—	—	—	—	—	0·8	
11	—	—	—	—	—	—	—	—	0·7	30	3·3	3·4	—	—	—	—	—		
12	—	3·4	3·7	3·3	4·0	3·6	3·3	2·6	—	31	—	—	—	—	—	—	—		
13	—	—	—	—	—	—	—	—	0·4	32	—	—	3·6	3·6	3·3	3·1	2·4		
14	—	—	—	—	—	—	—	—		33	—	3·4	—	—	—	—	—		
15	2·8	4·1	—	—	—	—	—	2·4		34	—	—	—	—	—	—	—		
16	—	—	4·0	3·5	4·2	3·5	3·2	—		35	3·3	—	—	—	—	—	2·0		
17	—	—	—	—	—	—	—	—		36	—	3·6	3·5	3·5	3·5	2·9	—		
18	—	4·1	—	—	—	—	—	2·3		37	—	—	—	—	—	—	1·7		
19	—	—	—	—	—	—	—	—		38	—	—	—	—	—	—	—		

[1]) Pringsheim, Jahrb. für wissenschaftl. Bot., Bd. VIII. 1872. p. 402.

Laufende Nr. des Jahrringes	2 M. Höhe	4 M. Höhe	6 M. Höhe	8 M. Höhe	10 M. Höhe	12 M. Höhe	14 M. Höhe	16 M. Höhe	18 M. Höhe
39	—	3·5	—	—	—	—	1·4		
40	3·5	—	3·6	3·5	3·7	2·8	—		
41	—	—	—	—	—	—	1·2		
42	—	3·0	—	—	—	—	1·0		
43	—	—	—	—	—	—			
44	—	—	3·9	3·2	3·5	2·8			
45	3·3	3·0	—	—	—	—			
46	—	—	—	—	—	—			
47	—	—	—	—	—	—			
48	—	3·0	3·3	3·0	3·0	2·2			
49	—	—	—	—	—	—			
50	2·9	—	—	—	—	—			
51	—	2·7	—	—	2·9	2·0			
52	—	—	3·3	3·1	—	—			
53	—	—	—	—	—	1·2			
54	—	2·7	—	—	2·4	—			
55	3·0	—	—	—	—	1·1			
56	—	—	3·3	2·8	—	1·0			
57	—	2·8	—	—	2·0				
58	—	—	—	—	—				
59	—	—	—	—	1·6				
60	2·9	2·8	3·2	2·1	—				
61	—	—	—	—	1·3				
62	—	—	—	—	—				
63	—	3·3	—	—	1·2				
64	—	—	3·0	2·2	1·0				
65	2·8	—	—	—					
66	—	3·0	—	—					
67	—	—	—	—					
68	—	—	2·5	1·9					
69	—	2·9	—	—					
70	2·4	—	—	—					

Laufende Nr. des Jahrringes	2 M. Höhe	4 M. Höhe	6 M. Höhe	8 M. Höhe	10 M. Höhe	12 M. Höhe	14 M. Höhe	16 M. Höhe	18 M. Höhe
71	—	—	—	—					
72	—	3·0	2·5	1·6					
73	—	—	—	—					
74	—	—	—	1·3					
75	2·6	3·0	—	1·2					
76	—	—	2·0	1·1					
77	—	—	—						
78	—	2·8	—						
79	—	—	—						
80	2·6	—	1·5						
81	—	2·6	—						
82	—	—	—						
83	—	—	1·4						
84	—	2·5	—						
85	2·4	—	—						
86	—	—	1·0						
87	—	1·4							
88	—	—							
89	—	—							
90	2·3	1·6							
91	—	—							
92	—	—							
93	—	1·5							
94	1·3	—							
95	—	1·5							
96	—								
97	1·3								
98	—								
99	1·1								
100	—								
101	1·1								

Ueberblickt man diese Zahlen, so ist dieses Wachsen der Zellenlänge mit der Höhe des Stammes und auf demselben Querschnitte mit der Reihe der Jahrringe von innen nach aussen ganz evident. Im Gegensatze zu Sanio scheinen aber diese Zahlen zu zeigen, dass die Grösse der Zellen, wenn dieselbe für einen Jahrring die Maximalgrösse erreicht hat, für die später gebildeten Jahrringe der gleichen Höhenzone nicht constant bleibt, sondern dass die Zellen von diesem Jahrringe an nach aussen wieder kürzer werden. Vielleicht steht dies mit der mit zunehmendem Alter eines Baumes abnehmenden Vegetationskraft im Zusammenhange, welche das von einer harten unelastischen Borke umfangene Cambium nicht mehr zu kräftiger Entwicklung gelangen lässt. Man entnimmt den obigen Zahlenreihen recht wohl, wie dieses Maximum der Zellgrösse mit steigender Höhe des Stammes immer mehr gegen den äussersten Jahrring vorrückt. Es befindet sich für die Scheibe aus 2 M. Höhe um den 40. Jahrring — die Jahrringe nicht von der Peripherie gegen das Centrum, sondern wie immer von aussen nach innen gezählt — in 10 M. Höhe um den 16., und für 16 M. Stammhöhe und darüber in dem noch untersuchten

äussersten Jahrringe. Dass zwischen kleinster, grösster und mittlerer Zellenlänge, zwischen grösster Breite und stärkster Wandverdickung der Zellen einer Höhenzone ganz einheitliche Beziehungen bestehen, mag die folgende Zusammenstellung verdeutlichen.

In Meter Höhe	Kürzeste Zelle	Längste Zelle	Berechnete mittlere Länge der Zellen	Grösste Breite der Frühlingszellen	Grösste Breite der Herbstzellen	Stärkste Wanddicke der Herbstzellen
	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.
2	0·7	4·4	2·63	0·08	0·6	0·013
4	1·0	4·6	2·95	0·09	0·6	0·017
6	0·8	5·1	3·09	0·09	0·6	0·017
8	0·8	4·7	2·79	0·09	0·7	0·020
10	0·6	4·6	2·89	0·08	0·6	0·017
12	0·7	4·3	2·69	0·08	0·5	0·015
14	0·4	4·1	2·40	0·08	0·6	0·015
16	0·5	4·1	2·22	0·08	0·6	0·015
18	0·4	2·0	1·26	0·06	0·5	0·008

Hiernach besass die kürzeste im Stamme aufgefundene Zelle eine Länge von 0·4 Mm., die längste von 5·1 Mm., und berechnet sich die mittlere Zellenlänge für den Stamm, als Mittelwerth so vieler Tausende von Messungen aus neun Höhen des Stammes zu 2·54 Mm. Man entnimmt diesen Zahlen ferner, dass bei der untersuchten Schwarzföhre in einer Höhe von 4 bis 8 M. über dem Wurzelhalse nicht nur die längsten, sondern auch die breitesten Zellen, zugleich mit stärkster Wandverdickung gebildet wurden. Im Wipfel, wo die mittlere Zellenlänge bei unserem Baume durchschnittlich nur 0·4 jener der Basis beträgt, sind die Zellen auch entsprechend minder breit und zartwandiger gebaut.

In den Aesten finden sich die kürzesten Zellen des Baumes. In den beiden untersuchten Aesten war keine Zelle über 2·6 Mm. lang zu finden, Zellen von dieser Länge jedoch in beiden Aesten.

Sanio's Angaben über die Grösse der Holzzellen in den Aesten beschränken sich auf zwei Punkte. Er gibt an, dass:

1. die endliche Grösse der Holzzellen in den Aesten geringer ist als im Stamme, jedoch von diesem in der Weise abhängt, dass diejenigen Aeste, welche in solcher Stammhöhe entspringen, in der die Holzzellen grösser sind, auch grössere Zellen haben, als die Aeste, welche an solchen Stammhöhen entspringen, an denen die constante Zellengrösse eine geringere ist;

2. die constante Grösse der Zellen in den Aesten in den äusseren Jahrringen nach der Spitze zunimmt, um dann wieder zu fallen. Dieses Steigen erfolgt zuerst schnell, dann aber langsamer bis zu einem Maximum.

Den zweiten Theil des ersten Punktes finden wir insoferne durch unsere Untersuchung negativ bestätigt, als die beiden Aeste, aus nahezu gleicher Höhe stammend, in Bezug auf ihre Zellengrössen keine bedeutenderen Differenzen zeigen, als solche noch auf die mangelnde Genauigkeit der Methode geschrieben werden können. Was den angeführten zweiten Punkt

betrifft, so trifft auch dieser vollinhaltlich zu; es verhalten sich eben die Aeste in dieser Beziehung dem Stamme ganz analog. Wir lassen die diesbezüglichen Details für die beiden Aeste A und B folgen.

Laufende Nummer des Jahrringes	Ast A					Ast B				
	Nahe dem Stamme	0·5 Meter vom Stamme	1·0 Meter vom Stamme	1·5 Meter vom Stamme	2·0 Meter vom Stamme	Nahe dem Stamme	0·5 Meter vom Stamme	1·0 Meter vom Stamme	1·5 Meter vom Stamme	2·0 Meter vom Stamme
	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	—	—	—	—	—	—	—	1·7	1·6	1·4
4	—	2·0	1·7	—	1·3	1·4	1·9	—	—	—
5	1·4	—	—	1·5	—	—	—	—	—	—
6	—	—	—	—	—	—	—	1·7	1·6	1·2
7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	—	2·1	1·8	—	1·2	1·2	2·0	—	—	—
9	—	—	—	—	—	—	—	1·5	1·6	1·2
10	1·5	—	—	1·7	—	—	—	—	—	—
11	—	—	—	—	1·1	—	—	—	—	—
12	—	2·0	1·8	—	—	1·2	1·8	1·3	1·5	1·2
13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14	—	—	—	1·7	1·2	—	—	—	—	—
15	1·5	—	—	—	—	—	—	1·1	1·2	1·0
16	—	1·8	1·6	—	1·0	1·2	1·6	—	—	
17	—	—	—	1·5		—	—	—	—	
18	—	—	—	—		—	—	1·0	1·0	
19	—	—	—	1·4		—	—	—		
20	1·4	1·5	1·4	—		1·2	1·4	—		
21	—	—	—	1·2		—	—	0·9		
22	—	—	—	—		—	—	—		
23	—	—	1·3	1·1		—	—	0·7		
24	—	1·4	—			1·1	1·2			
25	1·0	—	—			—	—			
26	—	—	1·2			—	—			
27	—	1·2	—			—	1·2			
28	—	—	1·1			1·1	—			
29	0·8	—				—	1·0			
30	—	1·3				—				
31	0·8	—				1·1				
32	—	1·1				—				
33	0·7					1·0				
34	—									
35	0·6									

In Bezug darauf, wie sich die Zellen der verschiedenen Jahrringe eines Astquerschnittes in Hinsicht auf ihre Grösse verhalten, hat Sanio angegeben, dass in den Aesten, dem Stamme ganz analog, ein Wachsen der Zellenlänge mit den Jahrringen von innen nach aussen statthat. Prüft man die obigen verticalen Reihen, welche je einen Astquerschnitt präsentiren, hierauf, so findet man diese Angabe für beide Aeste mit fast überraschender Regelmässigkeit zutreffen. Ob nach einem erreichten Maximum die Zellenlänge für die äusseren Jahrringe auch in den Aesten abnimmt, dies zu constatiren waren die beiden in Betrachtung gezogenen Aeste nicht alt genug.

Wie für die Zellen des Stammes bestehen auch für jene der Aeste ganz deutliche Beziehungen zwischen Länge, Breite und Wanddicke, wenn auch die folgend aufgeführten Zahlen dies nur andeuten können und sollen, weil dergleichen Werthe und die ihnen zukommenden Schwankungen sich in Hundertsteln von Millimetern noch nicht ausdrücken lassen.

Ast	In Meter Entfernung vom Stamme	Kürzeste Zelle	Längste Zelle	Berechnete mittlere Zellenlänge	Grösste tangentiale Breite der Frühlingszellen	Grösste tangentiale Breite der Herbstzellen	Stärkste Wanddicke der Herbstzellen
	Mm.	Mm	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.
A	0·0	0·4	1·9	1·07	0·04	0·04	0·008
	0·5	0·7	2·6	1·60	0·05	0·04	0·008
	1·0	0·5	2·5	1·32	0·05	0·04	0·008
	1·5	0·5	2·3	1·12	0·04	0·04	0·008
	2·0	0·5	1·6	0·64	0·04	0·03	0·006
B	0·0	0·5	2·0	1·16	0·05	0·04	0·010
	0·5	0·7	2·6	1·51	0·06	0·05	0·008
	1·0	0·5	2·3	1·23	0·05	0·04	0·008
	1·5	0·6	2·1	1·31	0·05	0·04	0·008
	2·0	0·6	1·8	1·20	0·05	0·04	0·008

Die Kürzeste im Aste A aufgefundene Zelle hatte eine Länge von 0·4 Mm., im Aste B von 0·5 Mm. Die kürzesten Zellen in den untersuchten Aesten sind hiernach so lang als die kürzesten Zellen im Wipfel, nur halb so lang als die kürzesten Zellen jener Höhenzone des Baumes, wo dieselben normal die grösste Länge erreichen. Die mittlere Länge der Holzzellen berechnet sich aus allen für einen Ast gemachten Bestimmungen dieses Werthes für den Ast A zu 1·15 Mm., für den Ast B zu 1·28 Mm., ist daher für diese starken Aeste unseres Baumes kaum halb so gross als für den Stamm (2·54 Mm.).

Ueber die Dimensionen der Wurzelholzzellen der Coniferen hat zuerst Schacht Mittheilungen gemacht und angegeben, dass im Wurzelholze aller ihm bekannten Coniferen die Holzzellen zwei- bis viermal so breit als im Stammholze seien. Mohl wies nach, dass der Unterschied ein weit geringerer sei, was auch die vorliegende Untersuchung bestätigt. Während extrem breite Holzfasern des Stammes aus einer Höhenzone, wo sie zur kräftigsten Entwicklung gelangen, eine 0·09 Mm. nicht übersteigende Breite besitzen, wurde auch in der Wurzel keine Zelle von einer über 0·14 Mm. betragenden Breite gefunden, so dass dieses Verhältniss zwischen der Breite der Zellen des Stammes und der Wurzel für die Schwarzföhre etwa zu 1 : $1^1/_2$ angenommen werden darf. Mehr als durch ihre Breite sind die Zellen des Wurzelholzes durch die ihnen meist zukommende beträchtliche Länge ausgezeichnet. Während die längste Holzfaser im Stamme 5·1 Mm. lang, in den Aesten nur 2·6 Mm. lang gefunden wurde, sind im Wurzelholze Zellen von 7 bis 8 Mm. Länge nicht selten, und das darf wohl als eine Grösse der Holzelemente bezeichnet werden, wie sie sich im Stamme auch anderer Bäume nicht finden dürfte. Trotz dieser bedeutenden Länge sind

die Zellen des Wurzelholzes von geradestem Verlaufe, reiner Begrenzung und gleicher Wanddicke. Je breiter dieselben, desto grösser an ihnen auch die behöften Tüpfel. Ihre Form nähert sich dann der eines Cylinders mit basischen Endflächen. Zellen mit faserförmig auslaufenden Enden sind im Wurzelholze sehr selten, und auch die Herbstholzzellen enden mit einer mehr oder weniger stumpfen, convexen Begrenzung. Ja besonders breite Zellen scheinen im Wurzelholze manchmal geradezu flächenweise mit ihren Enden, wie Siebröhren, aufeinander zu stossen. Die Herbstholzzellen des Wurzelholzes sind stets tangential stark plattgedrückt, dabei aber im Vergleiche zu jenen des Stammes weit und zartwandig, wie es die physiologischen Aufgaben der Wurzelzellen zu fordern scheinen.

Es wurden, wie Eingangs erwähnt, weil die Hauptwurzel hierzu ganz ungeeignet schien, nur zwei Seitenwurzeln untersucht. Sind die aus diesen gewonnenen Zahlen bezüglich der Zellengrösse nicht so schön, dass sie den an jungen, höchstens sechsjährigen Hauptwurzeln gefundenen Sanio's gegenübergestellt werden könnten, so seien sie doch im Interesse späterer Forschung hier (siehe Tabelle S. 248) angeführt.

Sanio fand, dass auch in den Wurzeln, wie im Stamme, die Länge der Zellen sowohl mit der Entfernung vom Wurzelhalse, als auch auf demselben Querschnitte mit den Jahrringen von innen nach aussen zu wächst. Sehen wir zu, wie diese Angaben — immer den Unterschied vor Augen gehalten, dass Sanio Hauptwurzeln untersuchte, unser Materiale aber in Seitenwurzeln bestand — für obige Zahlenreihen zutreffen, so findet sich das Wachsen der Zellengrösse mit der Länge der Wurzel ganz deutlich ausgesprochen. Die untersuchten Wurzeln lagen nicht in ihrer ganzen Länge vor, es kann daher eine Angabe, ob die Zellengrösse in weiterer Entfernung vom Basisende der Wurzeln ein Maximum erreicht, um dann wieder abzunehmen, nicht gemacht werden. Selbst an der Wurzel D aber, die kaum um $^1/_2$ M. länger war, als sie zur Verfügung stand und untersucht wurde, ist dergleichen noch nicht zu constatiren, wohl aber war an der untersuchten äussersten Scheibe 1·5 M. von der Hauptwurzel entfernt, eine bedeutende Abnahme der Maximalgrösse der Zellen zu bemerken.

Sucht man in diesen, je einen Querschnitt darstellenden verticalen Reihen eine Beziehung zwischen Jahrring und Zellenlänge, so tritt das von Sanio angegebene Wachsen der Zellenlänge vom innersten Jahrring gegen aussen zu nicht so klar zu Tage, wie es dieser Forscher für seine jungen Wurzeln fand, und auch wir es für Stamm und Aeste gefunden haben; ja, wir finden gerade in den innersten Jahrringen einige Male unverhältnissmässig lange Zellen. Im Allgemeinen zeigen diese Reihen ein unentschiedenes, ziemlich regelloses, in Bezug auf die analogen Veränderungen der Zellenlänge im Stamme, unbedeutendes Hin- und Herschwanken, Steigen und Fallen in buntem Wechsel, ohne dass aus ihnen ein entschiedener Gedanke spricht. Deutlich machen sie eben nur so viel, dass es sich in den verschiedenen Jahrringszonen der Wurzeln um relativ geringere Grössendifferenzen in der Länge der Holzzellen handelt als im Stamme, und ein regelmässiges Wachsen der Zellengrösse von Innen nach aussen für die zwei untersuchten Wurzeln nicht gefunden wurde.

Es ist nicht anzunehmen, dass Sanio seine Zahlen mit minderer Gewissenhaftigkeit erarbeitet hat, als wir die unseren, darum wäre ein Angriff gegen dieselben kaum gerechtfertigt, und man sieht sich veranlasst, nach anderweitigen Gründen zu suchen, welche die Ursache so divergirender Resultate sein können. Dass es an dem Unterschiede, dass dort Haupt-, hier

Laufende Nummer des Jahrringes	Wurzel C					Wurzel D				Laufende Nummer des Jahrringes	Wurzel C					Wurzel D		
	Nahe dem Stamme	0·5 Meter vom Stamme	1·0 Meter vom Stamme	1·5 Meter vom Stamme	2·0 Meter vom Stamme	Nahe dem Stamme	0·5 Meter vom Stamme	1·0 Meter vom Stamme	1·5 Meter vom Stamme		Nahe dem Stamme	0·5 Meter vom Stamme	1·0 Meter vom Stamme	1·5 Meter vom Stamme	2·0 Meter vom Stamme	Nahe dem Stamme	0·5 Meter vom Stamme	1·0 Meter vom Stamme
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	49	3·3	—	—	—	—	—	—	5·6
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	50	—	—	3·6	—	5·2	—	—	—
3	—	3·8	—	—	—	—	—	—	—	51	—	2·6	—	5·3	—	—	—	—
4	3·9	—	4·5	—	—	—	—	—	—	52	3·2	—	—	—	—	3·2	—	—
5	—	—	—	4·6	4·9	—	3·6	4·4	5·1	53	—	—	3·2	—	—	—	5·2	5·7
6	—	4·0	—	—	—	3·5	—	—	—	54	—	2·6	—	6·3	5·1	—	—	—
7	2·5	—	—	—	—	—	—	—	—	55	3·0	—	—	—	—	—	—	—
8	—	—	4·6	—	—	—	—	—	—	56	—	—	3·8	—	—	—	—	5·9
9	—	3·0	—	—	—	—	—	—	—	57	—	3·1	—	4·9	—	3·2	—	
10	3·0	—	—	5·0	5·4	—	3·2	4·4	4·3	58	2·8	—	—	—	5·0	—	—	
11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	59	—	—	4·2	—	—	—	4·6	
12	—	3·1	4·9	—	—	3·2	—	—	—	60	—	3·8	—	3·9	—	—		
13	3·3	—	—	—	—	—	—	—	—	61	2·6	—	—	—	—	—		
14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	62	—	—	4·3	—	5·4	2·8		
15	—	3·1	—	4·8	4·6	—	3·3	3·6	4·7	63	—	4·6	—	3·6	—	—		
16	3·5	—	4·6	—	—	—	—	—	—	64	2·8	—	—	—	—	—		
17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	65	—	—	2·6	—	—	—		
18	—	3·1	—	—	—	3·1	—	—	—	66	—	4·3	—	4·0	5·4	—		
19	3·6	—	—	—	—	—	—	—	—	67	2·8	—	—	—	—	3·7		
20	—	—	4·4	4·6	4·9	—	3·0	4·1	5·0	68	—	—	2·2	3·8	—	—		
21	—	3·1	—	—	—	—	—	—	—	69	—	3·4	—	—	—	—		
22	4·0	—	—	—	—	—	—	—	—	70	3·0	—	—	—	—	4·0		
23	—	—	—	—	—	—	—	—	—	71	—	—	4·0					
24	—	3·2	4·3	—	—	3·0	3·6	—	5·2	72	—	3·4	—					
25	3·6	—	—	4·9	4·8	—	—	4·9	—	73	3·8	—	3·2					
26	—	—	—	—	—	—	—	—	—	74	—	—						
27	—	2·8	—	—	—	—	—	—	—	75	—	3·8						
28	3·5	—	4·8	—	—	—	3·3	—	5·3	76	3·5	—						
29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	77	—	—						
30	—	3·2	—	5·7	5·0	3·2	—	5·4	—	78	—	4·3						
31	3·3	—	—	—	—	—	—	—	—	79	3·1							
32	—	—	5·0	—	—	—	2·8	—	5·0	80	—							
33	—	3·3	—	—	—	—	—	5·5	—	81	—							
34	3·8	—	—	5·5	5·1	—	—	—	—	82	3·1							
35	—	—	5·2	—	—	—	—	—	—	83	—							
36	—	3·4	—	—	—	3·2	3·3	—	5·2	84	—							
37	3·8	—	—	—	—	—	—	5·7	—	85	3·0							
38	—	—	4·5	4·8	5·1	—	—	—	—	86	—							
39	—	3·5	—	—	—	—	—	—	—	87	—							
40	3·7	—	—	—	—	—	3·3	—	5·4	88	3·3							
41	—	—	3·2	—	—	—	—	5·2	—	89	—							
42	—	3·0	—	5·5	5·6	3·1	—	—	—	90	—							
43	3·4	—	—	—	—	—	—	—	5·8	91	3·3							
44	—	—	3·3	—	—	—	3·3	—	—	92	—							
45	—	2·6	—	4·0	—	—	—	4·8	—	93	—							
46	3·0	—	—	—	5·2	—	—	—	—	94	3·0							
47	—	—	3·4	—	—	3·2	—	—	—	95	—							
48	—	2·1	—	5·0	—	—	4·7	—	—	96	2·8							

Seitenwurzeln untersucht wurden, allein nicht liegt, wird derjenige zugeben, der sich in die von Sanio gegebenen Gesetze eingelebt hat, die sich als ein Gedanke vom Stamm bis in die entlegenste Astspitze ziehen, sich, durch die mannigfachsten Schwankungen beirrt, doch im Grossen und Ganzen überall aussprechen. Man braucht nicht zu weit nach Gründen zu suchen, um einzusehen, dass sich in den Wurzeln dergleichen Gesetzmässigkeiten nie mit jener Regelmässigkeit finden können, wie im Stamm und in Aesten. Eine Wurzel baut sich nicht wie diese frei in die Luft; sie muss ihren Raum erkämpfen, von Jugend an Widerstände und Hemmnisse überwinden, die allgemein nicht nur von der Art und den Eigenschaften des Bodens abhängig, die für jede Wurzel und jeden ihrer Punkte, für jedes erneute Jahr andere sind, und welche sämmtlich das Wachsthum der Wurzel gleich mehr minder angezogenen Compressen beeinflussen. Dass nach dem Gesagten Wurzeln eines Baumes, erwachsen zwischen scharfkantigem Kalkschotter, hin und wieder mit Zwang in das Felsgeklüft gepresst, das unpassendste Materiale sind, die Gesetze des Wurzelwachsthums zu studiren, wird zugegeben werden. Wenn solche Wurzeln sich in ihrem inneren Baue anders zeigen, als etwa die Wurzeln von Bäumchen, erwachsen in dem wohlgelockerten und sonst betreutem Boden einer Pflanzschule — Sanio untersuchte die Wurzeln höchstens sechsjähriger Weissföhren — so beweist das noch nichts, und sei hieran kein anderer Schluss geknüpft, als: *Contrariorum contrariae sunt causae.*

Halten wir ein Wachsen der Zellenlänge mit den Jahrringen der Wurzel — wenn es in unseren Zahlen auch nicht deutlich genug zum Ausdruck kommt — für möglich, und aus Analogie für sehr wahrscheinlich, so sehen wir uns veranlasst, einem anderen von Sanio gegebenen Gesetze minderen Glauben entgegenzubringen, wenn sich dasselbe auch in unseren Messungen, wenn man gerade will, scheinbar einige Male angedeutet findet. Sanio will nämlich gefunden haben, dass in der Wurzel die Weite der Zellen von innen nach aussen zuerst zunimmt, dann wieder fällt, dann wieder steigt, bis sie die constante Grösse erreicht hat. Ist von vorneherein nicht einzusehen, warum gerade für die Wurzel allein ein zweimaliges Steigen der Zellenweite stattfinden soll, so ist es nach den Resultaten unserer Messungen mehr als wahrscheinlich, dass Sanio den individuellen Fall zum Gesetze erhoben hat, mit dem gleichen Rechte an einer anderen untersuchten Wurzel ein drei- oder viermaliges Steigen hätte nachweisen können. Ohne dass wir die in den Details der Messungen gegebenen Zahlen der grössten Zellenbreite benützen, die aber doch zeigen mögen, wie schwankend diese Extreme in den Würzeln gegenüber jenen des Stammes und der Aeste sind, sei einfach aus dem Gedächtnisse daran erinnert, wie verschieden sich in dieser Beziehung Querschnitte von Wurzeln (zum Theile auch von Aesten) verhalten. Auf eine Anzahl von Jahrringen, die in ihrer Zellenweite nur unbedeutende Differenzen zeigen, folgt plötzlich ein, vielleicht auch zwei oder mehrere Jahrringe, die sich sofort als engmaschigeres Gewebe präsentiren, und auf welche vielleicht unvermittelt, vielleicht auch nach Einschaltung eines Jahrringes mit Zellen von einen Uebergang bildender Breite, Jahrringe mit näherungsweise normal breiten und normal weiten Zellen folgen. Solche für die inneren Jahrringe von Wurzeln gar nicht seltene abnorme Wachsthumszonen findet man in dem einen Querschnitte nicht, in einem andern einmal oder öfter, bald prägnanter, bald weniger auffallend gegen die benachbarten Jahrringe abstechend. Es ist also kein Grund dafür vorhanden, dergleichen Bildungen für die Norm zu halten, es sind mehr zufällige Erscheinungen, abhängig von bei der Untersuchung einer Wurzel nur schwer mehr zu berücksichtigenden, theilweise oben angedeuteten Factoren, die in einem Wurzelquerschnitte vorhanden sein, aber

auch fehlen können, und mit der normalen gesetzlichen Aenderung der Zellenweite wohl nichts gemein haben. [1])

Wie für die Holzfasern des Stammes und der Aeste seien hier folgend auch einige Daten über die Grösse der Holzzellen der beiden untersuchten Wurzeln angeführt.

Wurzel	In Entfernung von der Hauptwurzel	Kürzeste Zelle	Längste Zelle	Berechnete mittlere Zellenlänge	Grösste tangentiale Breite der Frühlingszellen	Grösste tangentiale Breite der Herbstzellen	Stärkste Wanddicke der Herbstzellen
		Mm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.
C	Nahe der Hauptwurzel	1·4	4·8	3·25	0·08	0·08	0·017
	0·5 Meter	1·0	6·6	3·31	0·10	0·08	0·020
	1·0 „	1·5	6·2	3·99	0·10	0·08	0·015
	1·5 „	2·6	7·8	4·78	0·13	0·08	0·023
	2·0 „	2·6	7·8	5·11	0·13	0·07	0·016
D	Nahe der Hauptwurzel	1·0	5·6	3·26	0·11	0·07	0·020
	0·5 Meter	1·3	6·7	3·61	0·12	0·07	0·017
	1·0 „	2·2	8·0	5·09	0·14	0·08	0·013
	1·5 „	2·3	6·4	5·10	0·12	0·07	0·008

Man erkennt in Gemässheit dieser Zahlen auch für die Zellen der Wurzel einen gewissen Zusammenhang zwischen Länge und Breite derselben. Während aber bei den Zellen des Stammes und der Aeste allgemein, mit Ausnahme der des Wipfels, einer Verlängerung und Verbreiterung derselben eine harmonische stärkere Verdickung der Zellwände entspricht, werden die Zellen des Wurzelholzes — und das sprechen obige Zahlen nur für Wurzel D deutlich genug aus — je breiter, desto weitlumiger, und bilden daher in den vom Stamme entfernteren Wurzeltheilen ein so ungleich poröseres, schwammiges Holz.

Es hängt dies offenbar mit der bis weit in die Wurzeln hinaus noch stattfindenden Längenzunahme der Zellen zusammen, ohne dass eine entsprechende Verstärkung der Zellwände mit den physiologischen Functionen dieser äussersten Wurzeltheile vereinbar wäre. Jedenfalls dürfte diese Weitlumigkeit und extreme Länge ihre guten Beziehungen zu Saftleitung und Saftdruck haben, weil es ja als Regel gilt, dass der Zweck nicht dem Organe, sondern dieses dem Zwecke angepasst erscheint. Es wird Niemand annehmen wollen, dass den Zellen des Wurzelholzes, durchschnittlich dreimal so lang als die des Stammes und fast dreieinhalbmal so lang als jene der Aeste, eine gleiche Thätigkeit, und habe man auch nur die physikalischen Kräfte im Auge, zukomme wie diesen.

[1]) Man vergleiche diesbezüglich die Jahrringsgruppen: in Wurzel C, Scheibe nahe der Hauptwurzel, Jahrring 10 bis 19; Scheibe 0·5 M. von der Hauptwurzel, 18 bis 24. In Wurzel D, Scheibe nahe der Hauptwurzel, 24 bis 30; Scheibe 0·5 M. von der Hauptwurzel, 15 bis 40.

Hiernach unterscheiden sich die Wurzeln in ihrem anatomischen Bau von Stamm und Aesten wesentlich dadurch, dass die Zellen in ihnen bis fast ins äusserste Ende an Grösse zunehmen, die Herbstholzlagen in rascher Abnahme begriffen sind. In den dünnen Enden auch stärkerer Wurzeln verschwindet das Herbstholz gänzlich und präsentiren sich deren Querschnitte als gross- und gleichmaschiges Gewebe. In dem Zusammenwirken dieser beiden Factoren, die sich in Stamm und Aesten in ihrer Einflussnahme auf Dichte und specifisches Gewicht widerstreben, liegt es, dass den verschiedenen Theilen einer Wurzel so verschiedene specifische Gewichte zukommen, diese aber für denselben Baum, wie es Nördlinger gethan, direct mit der Dicke der Wurzel in Beziehung gesetzt werden können. Allgemein suchte man das hohe specifische Gewicht starker Föhren- und Lärchenwurzeln auf deren bedeutenden Harzgehalt zurückzuführen. Berücksichtigt man aber, dass dieser ungleich weniger Einfluss auf das specifische, denn auf das absolute Gewicht nehmen kann, so wird man die Gründe in dem Vorhandensein mächtiger, das Frühlingsholz an Breite übertreffender Herbstholzzonen und in dem derberen Zellenbau dieser dickeren Wurzeltheile erkennen. Hat man eine Wurzel in ihrer ganzen Länge auf diese beiden Factoren geprüft, so wird man sich der Ansicht nicht verschliessen, dass den Angaben über das specifische Gewicht von Wurzelholz, so lange sie sich nicht ganz präcise über das Materiale ausdrücken, kein Werth beizulegen sei. Pfeil hat nicht so unrecht, wenn er etwas vorsichtig sagte, dass den eigentlichen Wurzeln bald leichteres bald schwereres Holz zukomme, denn in der That bewegen sich dergleichen Daten in den widerspruchvollsten Zahlen. Es ist leicht möglich, dass das dicke Ende einer starken Wurzel das dichteste und schwerste, das dünne Ende das leichteste Holz des ganzen Baumes enthalten kann.

Der Versuch, den anatomischen Bau mit den wichtigsten physikalischen Eigenschaften in Beziehung zu setzen, mag die Aufgabe einer nächsten, an demselben Materiale durchzuführenden Studie sein.

Einige Notizen über Vertheilung und Grösse der Harzkanäle.

Alle Angaben, welche über das Auftreten der Harzgänge im Holze der Kiefernarten existiren, stimmen darin überein, dass sie dieselben als nur der Herbstzone der Jahrringe angehörig betrachten. Es trifft dieses zu, und wenn es auch nicht zu selten gelingt — namentlich in den an Herbstholz so armen Enden dickerer Wurzeln — eine vereinzelte Harzpore im Frühlingsholze anzutreffen, so findet man in solchem mehrere Harzgänge nebeneinander und in angedeuteter peripherischer Anordnung, wie sie im Herbstholze auftreten, nur ganz ausnahmsweise, aber auch dann der Herbstgrenze des betreffenden Jahrringes sehr nahe liegend. In sehr schmalen Jahrringen, solchen, deren Breite den Durchmesser einer Harzpore nicht erreicht, ist das Auftreten der Harzgänge sehr sparsam, sie finden sich dann aber ohne Rücksicht auf Jahrringsbreite und ihre Zonen vereinzelt in das Gewebe eingestreut, und wurde ihrer Entwicklung einerseits dadurch Platz geschaffen, dass die nächstliegenden Holzzellen in ihren Querschnittsdimensionen verkümmerten, verschoben und stark tangential breitgedrückt wurden, andererseits die Jahrringe, in welche die äussere

Peripherie der Harzgänge zu liegen kam, nach Bedarf mehr oder weniger stark ausgebuchtet wurden.

Ganz allgemein ausgedrückt, und abgesehen von den selteneren Ausnahmen, die es auch hier gibt, wächst die Zahl der Harzkanäle mit der Breite des Herbstholzes der Jahrringe, so dass ein dem Ansatze des Herbstholzes günstiges Zuwachsjahr auch zahlreiche enggestellte Harzkanäle zur Entwicklung kommen lässt. Es sind die dem Ansatze von Herbstholz günstigen Zuwachsjahre, wie unser Baum zeigte, wesentlich zu unterscheiden von allgemein dem Zuwachs günstigen Jahren. Während nämlich Jahrringe, in welchen nach einer breiten Schicht Frühlingsholz nur ein ganz schmaler Streifen Herbstholz angesetzt wurde, gar nicht selten sind, gehört der umgekehrte Fall, dass nach einer schmalen Zone Frühlingsholz ein breiter Ansatz von Herbstholz auftritt, zu den seltensten Ausnahmen. An unserem Baume fanden sich keine Jahrringe, deren Frühlingsholz weniger als 0·6 der Breite des Herbstholzes besass, während Jahrringe, in welchen das Frühlingsholz vielmal, zuweilen zehn- bis dreizehnmal so breit ist als das Herbstholz, gar nicht selten sind. Verallgemeinert man dies, so kommt man zu dem physiologisch recht wohl fassbaren Gedanken, dass die Breite des in einem Jahre angesetzten Herbstholzes weit mehr von der Gunst der Vegetationszeit und anderen hiefür massgebenden Verhältnissen abhängt, als dies für den Ansatz des Frühlingsholzes der Fall ist; dass daher die Breite des letzteren allgemein weit geringeren Schwankungen unterliegt, als die des Herbstholzes. Hieraus folgt, dass Jahrringe ihrer Breite nach recht wohl andere übertreffen, aber gegen diese an Harzreichthum zurückstehen können, weil sie relativ weniger Herbstholz besitzen. Durch die Bildung solcher an Herbstholz und damit an Harzporen armer Jahrringe wäre der geringe Harzertrag bei anscheinend gutem oder normalem Zuwachs wenigstens für jene Stämme zu erklären, welche durch fortgesetzte Harznutzung bereits harzarm geworden und in ihrem Ertrage zum grösseren Theile auf das jährlich neu gebildete Harz herabgekommen sind. Dass an und für sich schlechte Zuwachsjahre auch in Bezug auf den Harzertrag zurückstehen müssen, wie es die Erfahrung längst gezeigt, ist wohl selbstverständlich.

Bei Betrachtung jedes vollständigen Axenquerschnittes, sei derselbe nun dem Stamme, einem Aste oder einer Wurzel unserer Föhre entnommen worden, fiel zunächst auf, dass stets der innerste Jahrring am reichsten an Harzkanälen, die nächstliegenden zwei bis drei noch besonders reich daran, solche aber in den weiter gegen die Rinde liegenden Jahrringen immer spärlicher und spärlicher auftraten, so dass in den äussersten Jahrringen häufig keine oder nur sehr vereinzelte Harzporen zu finden waren. Es kann dies einerseits darauf beruhen, dass die äusseren Jahrringe jedes Querschnittes in der Regel an Breite gegen alle dem Marke näher liegenden zurückstehen, mag aber zum Theile auch darin begründet sein, dass die Harzkanäle an der Basis eines jeden Jahrringes am spärlichsten, am zahlreichsten in den Enden der jährlichen Triebe gebildet werden, was bei dem Umstande, dass diese in wieder abnehmender Jahrringsbreite aufgebaut und zugleich ärmer an Herbstholz als alle der Basis näher liegenden Theile desselben Jahrringes sind, einige Beachtung verdient. Diese letztere Vermuthung stimmt mit der Beobachtung überein, dass die am Fussende des Stammes so harzarmen äussersten Jahrringe im Wipfel, bei vielleicht vergrösserter, im äussersten Wipfel stets verringerter Breite, aber jedenfalls mit bedeutend vermindertem Herbstholz, sehr reich an Harzporen sind, ja dass der Wipfel und die Wipfelenden der Aeste die an Harzgängen reichsten Theile des Baumes darstellen.

In dieser Beziehung machen nur die äussersten Enden der Wurzeln eine Ausnahme, in welchen zwar auch die innersten Jahrringe stets am reichsten an Harzporen, diese aber in den anderen Jahrringen nur sehr spärlich auftreten, was mit dem in diesen Theilen der Wurzeln so unverhältnissmässig unterdrückten Herbstholze (bei Wurzel D in 1·5 M. Entfernung von der Hauptwurzel: Herbstholz zu Frühlingsholz = 1 : 5·0) in Beziehung zu stehen scheint. Man hat die Wurzeln der Nadelhölzer stets als besonders reichlich mit Harzporen versehen bezeichnet, was nach dem Gesagten nur für die dickeren, dem Stamme näher liegenden herbstholzreichen Theile derselben gilt; sie bilden diesbezüglich den directen Gegensatz zum Stamme und den Aesten, deren Holz vom Basisende gegen den Wipfel zu immer reicher an Harzporen wird.

Was die Zahl der Harzgänge betrifft, die in verschiedenen Stammhöhen und Theilen der Aeste und Wurzeln auf die Flächeneinheit kommen, so wurde hierauf nur der innerste Jahrring einer jeden untersuchten Scheibe geprüft, und folgt nachstehend die aus diesen Messungen und Zählungen berechnete Zahl der Harzgänge, welche beiläufig auf 1 □ Mm. Herbstholzfläche dieses innersten Jahrringes jeder Scheibe entfiel.

Im Stamme		In Meter Entfernung vom Stamme	Im Aste A	Im Aste B	In Meter Entfernung von der Hauptwurzel	In der Wurzel C	In der Wurzel D
In Meter Höhe über dem Boden	Berechnete Zahl der Harzgänge auf 1 □ Mm. Fläche		Berechnete Zahl der Harzgänge auf 1 □ Mm. Fläche			Berechnete Zahl der Harzgänge auf 1 □ Mm. Fläche	
2	5·6	0·0	3·0	3·0	0·0	5·3	4·8
4	5·8	0·5	7·0	11·0	0·5	1·7	1·4
6	5·7	1·0	14·0	13·2	1·0	3·2	1·7
8	4·7	1·5	10·0	13·0	1·5	3·9	3·7
10	4·2	2·0	7·0	8·4	2·0	3·4	
12	5·9						
14	6·4						
16	9·8						
18	14·0						

Wie die Zellengrösse im Baume eine höchst schwankende ist, so schwankt auch der Durchmesser der Harzkanäle in den verschiedenen Theilen des Baumes, welcher geradezu von der Zellengrösse des Theiles, in welchem sie sich bilden, in der Weise abhängig zu sein scheint, dass im grosszelligen Gewebe auch weitere Harzporen gebildet werden. Es besitzen hiernach die Wurzeln nicht nur die weitesten, die Aeste die kleinsten und der Stamm Harzgänge, welche in ihrem Durchmesser zwischen jenem der Wurzeln und Aeste die Mitte halten, sondern es ändert sich die Grösse der Harzporen auch in der Weise, dass ihr Durchmesser auf jedem Querschnitte von innen nach aussen mit den Jahrringen und den grösser werdenden Zellen wächst; dass ferner diese Grösse auch mit der Länge eines Axentheiles insoferne Schwankungen unterliegt, dass dort, wo grössere Zellen gebildet werden, auch die Harzporen grösser sind, und umgekehrt. Für den Stamm der untersuchten Föhre fanden sich die grössten Harzgänge mit einem mittleren Durchmesser von 0·10 Mm. in der untersuchten Scheibe aus 6 M. Höhe, in welcher, wie die Messungen ausweisen, zugleich die breitesten und längsten Holzfasern im ganzen Stamme gebildet wurden. Während in dieser Höhe der

Durchmesser der Harzporen zwischen 0·08 und 0·11 Mm. schwankte, besassen die Harzgänge aus dem äussersten Wipfel nur Durchmesser von 0·05 bis 0·07 Mm., im Mittel von 0·06 Mm. Bei den Aesten schwankte die Grösse des Durchmessers der Harzporen zwischen 0·04 und 0·10 Mm. und betrug im Mittel 0·06 Mm. (gegen 0·09 als mittleren Durchmesser derselben im Stamme); für die untersuchten Seitenwurzeln 0·07 bis 0·18 M., im Mittel 0·12 Mm. — Der Durchmesser der Harzporen schwankte bei Wurzel C in der der Abzweigung von der Hauptwurzel zunächst gelegenen Scheibe von 0·07 bis 0·14, in der 2 M. von der Abzweigung entnommenen Scheibe aus dem Wurzelende von 0·10 bis 0·18 Mm.

Ueber den Ablösungsvorgang der Zweige einiger Holzgewächse und seine anatomischen Ursachen.

Von

Dr. Franz R. v. Höhnel.

Es ist eine Eigenthümlichkeit der höheren Pflanzenwelt, dass Organe der verschiedensten Art periodisch abgeworfen und wieder neu gebildet werden. Jedermann ist die Erscheinung des herbstlichen Laubfalles bekannt, und ebenso die des Abwurfes von Blüthen und Blüthentheilen, so wie der reifen Früchte und Fruchtzweige; hierher gehört auch die Erscheinung des Abwurfes der Knospentegmente, so wie vieler Haarüberzüge, z. B. junger Blätter.

Aber auch ganze lebende vegetative Zweige und Zweigsysteme können zum Abwurfe gelangen. Während aber die eben erwähnten Erscheinungen von ganz allgemeiner Bedeutung sind, ist der gesetzmässige Abwurf von ganzen lebenden oder todten, aber noch nicht völlig trockenen Zweigen nur einer beschränkten, wenn auch nicht sehr kleinen Reihe von Holzgewächsen eigen, deren Betrachtung den Gegenstand des Folgenden bilden soll.

Gesetzmässiger Abwurf von lebenden oder bereits abgestorbenen Zweigen, d. h. ein Abwurf an bestimmter Stelle und durch bestimmte anatomische Ursachen bedingt, findet sich sowohl bei Coniferen, als auch bei Dikotylen. In jeder dieser grossen Abtheilungen ist der Vorgang in allen untersuchten Einzelfällen im Wesentlichen derselbe, bei jeder aber ein anderer, so dass sie eine gesonderte Betrachtung erfordern.

Was die Coniferen betrifft, so sind es unter den einheimischen Arten nur die Kiefern (Pinus-Arten), welche hierher gehörige Erscheinungen zeigen, indem deren Nadelbüschel, die bekanntlich nichts anderes als verkürzte Zweige (Stauchlinge) sind, meist nach drei- bis vierjähriger Dauer abgeworfen werden.

Die Forstmänner sprechen zwar häufig auch von Fichtenabsprüngen, doch habe ich mich durch genaues Studium der hiermit bezeichneten Erscheinung davon überzeugt, dass wahre Fichtenabsprünge nicht existiren, d. h. dass bei Fichte und Tanne kein organischer Vorgang stattfindet, der eine natürliche Ablösung von lebenden oder todten Zweigen bewirkte.

Im Herbste und Winter findet man namentlich unter Rothfichten oft massenhaft kurze einjährige Endstücke von Ende- und Seitentrieben, die oft reichlich mit männlichen Blüthen besetzt sind.

In vielen forstwirthschaftlichen Werken werden diese sämmtlich als wahre Absprünge aufgefasst, und Pfeil[1]) betrachtet dieselben als sicheren Vorboten eines reichen Samenjahres, indem er p. 482 seiner „Deutschen Holzzucht“ sagt, dass sich die Natur durch die Absprünge des Ueberschusses an männlichen Blüthen entledigen will, um mehr Kräfte zur Ausbildung der Zapfen zu haben.

Andere nehmen an, dass man es in jenen Fichtenabsprüngen mit zweierlei Dingen zu thun habe. Zum Theile seien dieselben wahre Absprünge, zum Theile aber Abbisse, die von Eichhörnchen herrühren.

Aber schon Röse[2]) zeigte, dass der Fichte und Tanne wahre Absprünge fehlen. „Die unregelmässige zerfaserte Bruchstelle dieser Zweige und ihre stets zerstörten Blüthenknospen müssen uns auf den ersten Blick überzeugen, dass sie sich nicht naturgemäss als Absprünge abgegliedert haben, sondern dass sie vielmehr ab- und ausgefressen, also Abbisse sind.“

Ich selbst habe hunderte der sogenannten Fichtenabsprünge untersucht, und ebenso auch die anatomische Beschaffenheit der Seitenzweige an ihrer Einfügungsstelle studirt, und mich ebenfalls auf das Vollständigste davon überzeugt, dass weder Fichte noch Tanne wahre Absprünge besitzen. Die unter diesen Bäumen oft massenhaft liegenden Zweigstücke sind theils unregelmässige und zufällige Zweigbrüche und theils Abbisse. Letztere zeigen meist, aber nicht immer männliche Blüthenkätzchen, die meist ausgefressen sind, was jedenfalls von Eichhörnchen herrührt.

Die nach den Erfahrungen der Forstmänner bestehende Wechselbeziehung zwischen den sogenannten Fichtenabsprüngen und den Samenjahren lassen sich nach Röse ebenfalls leicht und natürlich erklären. Da nämlich den samenreichen Jahren gewöhnlich ein samenarmes vorangeht, so sind die Eichhörnchen in letzterem wegen Mangel an Zapfen hauptsächlich auf die im Herbste schon ausgebildeten Blüthenknospen für das nächste samenreiche Jahr angewiesen. Die vielen abgebissenen Zweige deuten daher auf eine reichliche Fruchtanlage für das kommende Jahr hin, „die man freilich auch ohne Vermittlung der Eichhörnchen hätte erkennen können“.

Wenn daher bei unseren einheimischen Nadelhölzern der Zweigabwurf eine wenig ausgeprägte Erscheinung ist, so ist derselbe bei einigen bei uns mehr minder häufig im Freien cultivirten Coniferen um so auffälliger und schöner zu erkennen, so namentlich bei *Thuja occidentalis* und *Taxodium distichum*, abgesehen von in Gewächshäusern gepflanzten, wie Dammara- und Podocarpusarten, wo sie Alexander Braun fand.[3]) Namentlich ist es *Thuja occidentalis*, wo (im Gegensatze zu *Thuja orientalis*, die keinen Zweigabwurf zeigt) der Vorgang ein sehr auffälliger und interessanter ist.

Was unsere dikotylen Holzgewächse, kurz unsere Laubhölzer betrifft, so findet sich bei ihnen der Vorgang der Zweigabgliederung viel häufiger, ohne indess eine ganz allgemeine Erscheinung zu sein.

Derselbe wurde bisher bei den meisten Arten von Quercus, Populus und Salix bemerkt, ferner bei *Evonymus europaeus*, *Prunus Padus*, *Ulmus pendula*, *Calluna vulgaris*,

[1]) Deutsche Holzzucht. 1860. p. 481 f.
[2]) Botan. Zeitung. 1865. p. 109 f.
[3]) Ebenda. p. 110.

Fraxinus und *Iuglans*[1]) beobachtet. Ich fand Zweigabsprünge noch mehr weniger auffällig bei *Evonymus verrucosus* und *latifolius, Acer pseudoplatanus, Prunus avium, Ulmus effusa, Loranthus europaeus.*

In allen diesen einheimischen Fällen, welche die thatsächlich vorhandenen aber kaum erschöpfen, kommen wahre Absprünge vor. Ausserdem wurden aber solche noch bei einer Reihe von exotischen Gewächsen von Alex. Braun (l. c.) beobachtet; so bei strauchigen Acanthaceen, Piperaceen und Guayaceen, bei *Crassula arborescens, Laurus Camphora, Portulacaria afra* u. s. w.; ferner gehört hierher auch die von Mohl[2]) beschriebene Ablösung der Cladodien (oder Phyllocladien, d. h. blattähnlich entwickelter Zweige) von Xylophylla und Phyllocladus.

Röse betrachtet alle erwähnten Fälle sowohl der Nadel- als Laubhölzer als Absprünge, nur bei den Kurztrieben (Nadeltrieben) der Kiefern ist derselbe (p. 111 l. c.) im Zweifel, ob sie zu den Absprüngen zu rechnen sind.

Unter Absprüngen versteht aber der genannte Autor „durch einen organischen Process abgegliederte frische, wohlgereifte (verholzte) Seitensprosse mit ausgebildeten Blättern".

Hält man diese Definition fest, welche am besten dem eingebürgerten Sprachgebrauche der Forstmänner entspricht, und eine wohlumgrenzte Erscheinung charakterisirt, so schliesst man alle Vorkommnisse bei den Nadelhölzern aus, denn bei diesen kommen, so weit mir bekannt, keine Ablösungsvorgänge von noch lebensfähigen, frischen Zweigen vor; diese sind nur den Laubhölzern eigen.

Ich werde weiter unten zeigen, dass der Ablösungsprocess bei allen untersuchten Coniferen vollständig derselbe ist, dass man es daher bei den abgelösten Zweigen der Nadelhölzer mit vollständig analogen Gebilden zu thun habe, die aber verschieden sind von den Absprüngen der Laubhölzer. Nur auf letztere passt Röse's Definition der Absprünge.

Bei den in Rede stehenden Coniferen stirbt der abzuwerfende Zweig zuerst am Stamme ab und wird gelb oder braun, erst nachdem er schon todt ist, wird er auf gesetzmässige Weise und immer durch Vermittlung einer Korkschichte abgeworfen, wobei der Holzkörper an einer bestimmten Stelle bricht; während die Zweigabsprünge der Laubhölzer im lebenden und saftigen Zustande durch Vermittlung einer den dicken Holzkörper quer durchsetzenden Parenchymzone ohne Mithilfe einer Korkschichte abgeworfen werden.

Ich gehe nun zu den einzelnen genauer untersuchten Arten über, und wende mich zunächst zu den **Coniferen**, und zwar zur Gattung

Pinus Laricio, silvestris, Pumilio.

Die zweinadeligen Kurztriebe der Schwarzföhre entspringen in den Achseln von kurzen Schuppenblättern, die schon im ersten Jahre ganz vertrocknen und ihre häutige Spitze verlieren, während ihre sklerenchymatische Basis noch lange erhalten bleibt.[3]) Dieselben sind ohne Blätter nur wenige Millimeter lang, und besitzen einen ganz kleinen Holzkörper, der sich im Laufe der drei bis sieben Jahre bis zum Abwurfe nur sehr wenig verdickt; sie

[1]) Gonnermann, Botan. Zeitung. 1865. p. 266.

[2]) Botan. Zeitung. 1860. p. 275.

[3]) Auf die Rückenfläche dieser Tragschuppen setzt sich nämlich die Korkschichte fort, welche schon im ersten Jahre entsteht, und im unteren Theile derselben mächtige Schichten von sklerenchymatischem Phelloid entwickeln. Siehe meine Arbeit über Kork und verkorkte Gewebe. Sitzungsber. der Wiener Akad. 1877.

entwickeln unterhalb der beiden Nadeln meist noch eilf Schuppenblätter, welche sie scheidenartig umfassen.

In Folge der wenn auch nur geringen Verdickung von Holz und Rindenkörper schwillt der Kurztrieb am Grunde, namentlich auf der Oberseite etwas an, während die eigentliche Insertionsfläche immer verhältnissmässig klein bleibt.

Die Untersuchung des Holzkörpers lehrt, dass derselbe an der Insertionsfläche des Kurztriebes um etwa ein Viertel bis ein Drittel dünner als unmittelbar darüber ist. Eine Trennungsschichte wird ebensowenig wie bei den übrigen Coniferen gebildet, sondern es entsteht genau in der Insertionsfläche eine schmale, dünnwandige Korkschichte, in welcher oder an deren oberer Grenze durch Zerreissung der Zellen der Abwurf zu Stande kommt. Die Korklamelle setzt sich innen an den Holzkörper an, verläuft jedoch nicht mantelartig an dessen Oberfläche, weshalb der Holzkörper erhalten bleibt und nicht tief hinein abstirbt. Da die Rinde keine Bastfasern enthält, so bietet sie nach dem Vertrocknen, das von der Korkfläche aus beginnt, keinen Widerstand. Der dünne Holzkörper aber und das Mark brechen an der dünnsten Stelle einfach ab. Die Gesammtbruchfläche ist aber nicht eben, sondern flach-trichterförmig an dem am Stamme bleibenden Theile.

Während aber, wie wir sehen werden, bei *Thuja occidentalis* der Holzkörper nach dem Durchbruche bis zu seiner Ansatzstelle an den mütterlichen Holzcylinder nebst dem Marke abstirbt, und seine Tracheiden sich mit gelben bis braunen Massen füllen, wodurch der Abschluss nach aussen geschieht, bleibt er hier lebend und wird vom Marke, dem Cambium und der Rinde aus überwallt. Das Ueberwallungsparenchym, das zunächst drei- bis fünfschichtig ist, grenzt nach aussen an die Trennungskorkschichte, welche sich nun an die Korklage der übrigen Zweigoberfläche anschliesst und bald mächtige Schichten von Phelloid entwickelt.

Die Abwerfung der Stauchtriebe der Kiefer geschieht erst nach dem Vertrocknen der Nadeln. Der ganze Process wird dadurch eingeleitet, dass die Nadeln theils aus inneren Gründen, theils wegen Lichtmangel, in den sie durch die Weiterentwicklung des Zweiges an dem sie stehen, gerathen, anfangen gelb zu werden; dann wird die Korkschichte gebildet und erfolgt das gänzliche Absterben.

Bei *Pinus silvestris* und *Pumilio* findet im Wesentlichen ganz derselbe Vorgang statt, was mich der Schilderung desselben enthebt.

Pinus Strobus.

Bei der Weymuthskiefer ist der Ablösungsvorgang der Nadelbüschel der Hauptsache nach derselbe, wie bei der Schwarzföhre, doch kommen immerhin einige grössere, wenn auch nur unwesentliche Abweichungen vor. Zunächst ist zu bemerken, dass hier der Vorgang viel regelmässiger verläuft, so dass schon im Laufe des dritten Jahres sämmtliche Nadeln absterben und mit ihnen zugleich die Stauchtriebe abgeworfen werden. Daher zeigen die dünnen Zweige der Weymuthskiefer nur an der Spitze einen Nadelbüschel, der aus ein- und zweijährigen Nadeln besteht. Auch sämmtliche Schuppenblätter, sowohl der Lang- als auch der Nadeltriebe, fallen im ersten und zweiten Jahre ab oder werden wenigstens ganz lose, daher die Zweignatur der fünfnadeligen Stauchtriebe viel deutlicher für das Auge hervortritt. Es erscheinen die Nadeln auf kurzcylinderischen, fast walzenförmigen Höckern aufgesetzt. Die Abtrennung dieser, der eigentlichen Stauchtriebaxen, erfolgt, dem Vorgange

bei der Schwarzföhre entsprechend, an der Basis in ganz derselben und durch dieselben Ursachen bedingten Weise.

Da hier die Nadeltriebe der stützenden Schuppen, die, wie erwähnt, bald abfallen, entbehren, so sind sie nach allen Seiten frei beweglich, und fallen daher auch leichter, d. h. gleich nach dem Absterben der Nadeln, das im Laufe des dritten Jahres geschieht, ab. Daher erscheinen die Zweige meist von gelben Nadeln gesäubert.

Das Ueberwallen des ebenfalls nicht absterbenden Holzkörpers geschieht wie bei der Schwarzföhre.

Thuja occidentalis.

Unter grossen Exemplaren dieser Pflanze finden sich im Herbste und Winter nicht selten grosse Massen bereits vergilbter abgestossener Zweige. Das Alter derselben ist sehr verschieden, und man findet solche, welche von drei bis eilf Jahrringe zeigen. Die Abtrennung geschieht immer ganz am Grunde derselben, so dass am Mutterzweige nur ein ganz kurzer Höcker zurückbleibt, der eine ebene Bruchfläche zeigt. Nicht selten entspringen einer- oder beiderseits desselben je ein kurzer, schon vom Grunde aus verzweigter Seitentrieb, welcher der Pflanze einen geringen Ersatz für den abgeworfenen Zweig bietet, und, wie die Verfolgung früherer Zustände zeigt, das Product der axilen Knospen des ersten Blattpaares des abgeworfenen Zweiges ist.

Die Abwerfung der aufeinanderfolgenden Seitenzweige eines Aestchens geht in ziemlich regelmässiger Weise in basifugaler Folge vor sich, so dass die Reihe der noch vorhandenen Zweige nur selten unterbrochen ist. Es werden daher auch in keinem Falle noch grüne Zweige abgeworfen; sämmtliche dem Abwerfen nahe Zweige sind bereits vergilbt, wenngleich sie noch ziemlich saftreich im Momente des Abwurfes sind.

Verfolgen wir nun zunächst den Vorgang der Abwerfung der grösseren Zweige (welche sechs bis sieben Jahrringe zeigen), um dann zu dem ähnlichen Vorgang für die dreijährigen Zweige überzugehen.

Wie bekannt, stehen die Blätter der Thujenzweige in decussirten zweigliedrigen Quirlen, welche abwechselnd von der Seite und vom Rücken her flachgedrückt sind. Da die grosse Mehrzahl der Zweige nur aus den Achseln der s e i t l i c h zusammengepressten Blätter entstehen, liegen sie in einer Ebene; nur das erste Blattpaar eines jeden Zweiges, das vom Rücken her zusammengepresst ist, trägt eine Achselknospe, welche, wenn sie sich entwickelt, mit Beziehung zum Muttersprosse einen lateralen Spross erzeugt. Dieser zeichnet sich vor den übrigen in der Verzweigungsebene liegenden Zweigen durch eine abweichende Verästelung aus. Er theilt sich sofort in zwei gleich starke Seitenäste, während die übrigen Zweige fiederartig verästelt sind.

Das zweite Blattpaar jedes Zweiges ist wieder von der Seite her zusammengepresst und steht mit Bezug auf den Muttersspross median. Die Abtrennung der Zweige geschieht nun immer, in welchem Alter dieselbe auch erfolgen mag, unmittelbar unterhalb dieses zweiten Blattpaares, so dass von jedem Zweige das erste Blattpaar mit den Achselknospen am Muttersprosse zurückbleibt.

Die Blätter der Lebensbäume beginnen im vierten Jahre zu vertrocknen, im sechsten Jahre werden sie durch eine mehrschichtige, unter der Epidermis entstehende, dünnwandige Korklage abgeworfen, wodurch der Zweig eine glatte braune Oberfläche erhält. Am Grunde

von sechs- bis siebenjährigen, dem Abwurfe nahestehenden Zweigen, findet man daher meist kaum mehr Spuren von vertrockneten Blättern. Die Ansatzstelle der Zweige zeigt nun eine knollige oder zwiebelige Verdickung, welche durch eine Ringfurche, die schmal und tief einschneidet, in eine obere und untere Partie zerfällt. Diese Ringfurche entspricht der Basis des zweiten Blattpaares. An ihrem unteren Lappen entspringen die oben erwähnten lateralen Sprosse, die dem ersten Blattpaare angehören. Alle noch mit Blättern versehenen Zweige sind an der Basis des zweiten Blattpaares etwas eingeschnürt, und zwar ringsum, da die beiden Blattbasen den ganzen Zweig umfassen. Die nun später auftretende Korklamelle wirft die Blätter ab und erzeugt die glatte Zweigoberfläche, während die Ringfurche, welche selbstverständlich mit einer Falte der Epidermis ausgekleidet ist, durch die dieser folgende Korkschichte sehr vertieft wird, aber nie die ganze primäre Rinde durchschneidet.

Der weitere anatomische Befund der Zweigbasis ist folgender: Zunächst zeigt sich, dass die Anschwellung derselben nur auf Rechnung der Rinde kommt, denn der Holzkörper ist an der ganzen hier in Betracht kommenden Stelle bedeutend schwächer entwickelt, als über und unter derselben. An einem Punkte — der Bruchstelle — ist derselbe namentlich stark eingeschnürt. Hier ist er nur einhalb- bis zweidrittelmal so dick als eine kurze Strecke weiter darüber.

Die massige Entwicklung des Rindenkörpers kommt nur auf Rechnung des primären und äusseren secundären Rindenparenchyms. Die Zellen desselben nehmen namentlich in radialer Richtung sehr an Grösse zu, während weitere Theilungen kaum oder nur in untergeordnetem Masse vorkommen. Dadurch entsteht ein lockeres voluminöses Gewebe, in welches die Bastfasern, einzeln stehend, eingelagert sind. Diese werden im äusseren Theile des Bastes durch das sich vergrössernde Bastparenchym auseinandergerückt. Dieser Umstand ist indessen von geringerer Wichtigkeit als der, dass die Bastfasern und die Tracheiden des Holzkörpers an der Ablösungsstelle auffallend kürzer sind als oberhalb derselben. Die Unterschiede sind so gross, dass sie an Macerationsproducten schon ohne Messung in die Augen springen, indem sie eindrittel bis einhalb der Länge betragen. Es ist klar, dass dieses für die Möglichkeit der Abtrennung von Wichtigkeit ist. Die kurzen Bastfasern stecken in einer sehr lockeren Rinde, und bieten daher nur wenig Widerstand, sie werden, da sie, wie bekannt, ohnedies einzeln verlaufen, einfach herausgezogen.

Bei den Tracheiden kommt aber zur Kürze noch ein anderer Umstand hinzu, nämlich der, dass dieselben an der Trennungsstelle entschieden dickwandiger und, wie es scheint, auch stärker verholzt sind. Damit und mit ihrer Kürze hängt eine gewisse Sprödigkeit des in Rede stehenden Theiles zusammen. In der That bricht der Holzkörper fast ganz scharf und glatt ab.

Man sieht, wie eine Reihe von offenbar auf denselben Zweck hinzielenden anatomischen Thatsachen vorhanden ist. Aber alle zusammen würden auf keinen Fall hinreichen, die Abtrennung zu bewirken, denn eine Trennungsschichte wie bei den Blättern wird nicht gebildet.

Die thatsächliche Abtrennung wird nun durch das Auftreten einer dünnen Korkschichte bedingt. Diese wird gewöhnlich unterhalb des Ringeinschnittes angelegt und setzt sich aussen an den Peridermmantel an, geht quer durch den ganzen Rindenkörper und berührt innen unmittelbar den Holzkörper, was nur dadurch geschehen kann, dass sich mindestens die unmittelbar an die Tracheiden angrenzenden Korkzellen direct aus dem Cambium bilden. Die von der Korklamelle getroffenen Bastfasern sterben bald ab und werden gelb. Die

Korkschichte, welche aus fünf bis acht Lagen von mit einer harzigen rothen homogenen Masse erfüllten Zellen besteht, begnügt sich aber nicht damit, sich an den Holzkörper anzuschliessen, sondern sie bildet gewöhnlich, aber nicht immer, um denselben einen eng anschliessenden Mantel, indem die Korkzellbildung im Cambium von der Ansatzstelle der Lamelle nach oben und unten hin fortschreitet. Nun beginnt auch der Holzkörper von aussen an abzusterben, was sich zunächst durch die von der Peripherie desselben fortschreitende Erfüllung der Tracheiden mit einer gelben Masse kundgibt. Dieses Absterben des Holzkörpers schreitet allmälig nach innen fort, und reicht beinahe bis zur Ansatzstelle an den Holzkörper des Mutterzweiges. Gewöhnlich schreitet dann auch die Korkbildung zugleich mit nach innen fort, so den absterbenden Theil umschliessend.

Der schon vorher im Absterben begriffen gewesene Zweig, fängt nun von der Korkfläche an zu vertrocknen. Dadurch zieht sich erstens der Rindenkörper etwas zusammen und reisst zum Theile ab; es wird der austrocknende Holzkörper spröde, und nun genügt schon ein leises Berühren, um das Abbrechen des nun auch schon ganz gelb gewordenen, aber noch nicht ganz trockenen Zweiges zu bewirken.

Die an der Bruchfläche des Rindenkörpers hervorragenden Bastfasern sind ganz dicht mit kleinen unregelmässigen Körnern bedeckt, welche, wie die Untersuchung lehrt, aus oxalsaurem Kalke bestehen, die im lebenden Gewebe, namentlich in den radialen Mittellamellen der Bastfasern eingelagert waren, und nun durch Auflösung dieser freigeworden sind.

Wo der anatomische Vorgang in der geschilderten Weise verlauft, da geschieht auch die Ablösung in regelmässiger Weise. Nicht selten aber findet man Unregelmässigkeiten bei ersterem; diese bringen dann gewöhnlich ein längeres Stehenbleiben des bereits abgedorrten Zweiges mit sich, zum Beweise, dass die geschilderten Vorgänge ihren bestimmten Zweck haben. So kommt es namentlich vor, dass die Korklamelle nicht unter oder in der Ebene des Ringeinschnittes, sondern über demselben entsteht. Solche Zweige sterben ab, bleiben aber lange am Baume stehen. Ich fand in der Regel an Zweigen, welche stehen geblieben waren, während ihre jüngeren Nachbarn schon abgefallen waren, genannte Unregelmässigkeit in der Anlage der Korklamelle.

Jüngere als dreijährige Zweige werden meines Wissens nicht abgeworfen. Aber selbst bei diesen ist der Vorgang im Wesentlichen ganz derselbe, wie bei sieben- und mehrjährigen. Wenn auch die habituellen Unterschiede wesentliche vermuthen lassen. Die einzigen Unterschiede bestehen in dem oft kaum Merklichwerden der Anschwellung des Rindenkörpers und in der geringeren Einschnürung des Holzkörpers, welche nur ein Viertel bis ein Drittel beträgt. Bezüglich der Faserlänge, des Ortes der Ablösung und der Korklamelle gilt im Wesentlichen dasselbe, wie für die älteren Zweige. Wenn auch der ganze Vorgang nicht so auffallend wie bei letzteren entwickelt ist.

Bevor ich nun zum Vergleiche mit *Thuja orientalis*, welche, obwohl ganz nahe verwandt, den geschilderten Vorgang nicht kennt, übergehe, und welcher Vergleich für manche Auffassungen den Beweis liefern dürfte, sei noch auf einige Punkte hingewiesen.

Zunächst möchte ich hervorheben, dass die Anschwellung des Rindenkörpers jedenfalls von doppelter mechanischer Bedeutung ist. Bei den abzuwerfenden dreijährigen Zweigen ist sie nicht vorhanden, da hier noch wenig Bast vorhanden ist; wo dieser aber in älteren Zweigen massenhaft wird, wird sein Zusammenhang wenigstens im äusseren Theile sehr gelockert und dadurch weniger widerstandsfähig gemacht, ferner würde eine fest und dicht anschliessende Rinde mit der Korklage einen ziemlichen Widerstand und namentlich eine

grosse Unbeweglichkeit an der zu brechenden Stelle des Holzkörpers mit sich bringen, welche durch die lockere Anschwellung gehoben wird.

Ich möchte in den Anschwellungen der Zweigbasis ein Analogon zu den Anschwellungen der Blattstiele an ihrem Grunde sehen, die offenbar auch an der Mechanik des Blattfalles einen wichtigen Antheil haben.

Würde der Blattstielgrund ebenso dünn wie dessen Mitte sein, so müsste er entsprechend fest und aus harten Elementen gebildet sein, deren nachträgliche Ablösung schwierig sein würde. So aber kann er aus weichen, noch bildungsfähigen Geweben bestehen, welche durch ihre massige Entwicklung den Mangel an genügender Festigkeit überwiegen und der Pflanze die Möglichkeit der Blattablösung geben. Bekanntlich reisst beim Blattfalle das eingeschnürte Gefässbündel nur mechanisch. Ganz dasselbe zeigen die Thujazweige. Eines Theiles bietet die verdickte Zweigbasis, so lange die Zellen der Rinde noch turgescent sind, hinlängliche Festigkeit, um die Einschnürung des Holzkörpers mehr als zu ersetzen, während andererseits nach dem Collabiren und Absterben eine grosse Beweglichkeit des Zweiges an der Trennungsstelle vorhanden ist, welche den Bruch des Holzkörpers ermöglicht.

Schliesslich sei noch bemerkt, dass die Anlegung der Korklamelle erst dann beginnt, wenn der Zweig schon gelb zu werden anfängt. Dieses wird er in Folge des Lichtmangels. Bei seiner Entstehung befand er sich an der Peripherie des Baumes. Nach und nach gelangt er aber durch die sich oberhalb von ihm entwickelnden jüngeren Seitenzweige, welche nun die Peripherie bilden, in das Innere des Baumes, und wird dadurch dem Lichte entzogen und zum Absterben gebracht. Ganz dasselbe geschieht auch bei *Thuja orientalis*, nur ist hier kein regelmässiger Abwurf der absterbenden Zweige vorhanden.

Indem ich nun *Thuja orientalis* zum Vergleiche heranziehe, bemerke ich, dass von den durch sie unmittelbar festzustellenden Thatsachen abgesehen, dieser Vergleich nicht der einzige Beweis für die Richtigkeit der gegebenen Darstellung ist, denn auch die Thatsache, dass der geschilderte Trennungsmodus nur am lebenden Mutterzweige vor sich geht, beweist nicht nur, dass die Anlegung der Korklamelle, sondern auch der ganze Vorgang der Trennung ein Lebensvorgang ist, der für die Pflanze von Nutzen ist, gerade so wie die Borkenbildung. Stirbt der Mutterzweig aus irgend welchem Grunde ab, so verdorren die jüngeren Seitenzweige einfach, ohne dass sie zum Abwurfe kommen, gerade so wie dieses unter ähnlichen Umständen auch bei Laubbäumen geschieht.

Bei *Thuja orientalis* fehlt das „Zweigkissen", oder ist nur eine sehr unbedeutende Anschwellung am Zweiggrunde vorhanden. Damit hängt der Mangel einer Einschnürung des Holzkörpers zusammen. Holz- und Bastelemente sind zwar am Zweiggrunde auch kürzer als in der Zweigmitte, aber nicht so auffallend, wie bei *Occidentalis*. Die Verkürzung der Tracheiden betrug in einem gegebenen Falle bei *Orientalis* 31% und bei *Occidentalis* 48%. Der Ringeinschnitt an der Basis des zweiten Blattpaares ist wie bei *Occidentalis* vorhanden und entsteht auch eine Korklage, welche hier meist von dem Ringeinschnitte ausgeht.

Wie man daraus sieht, besteht der Hauptunterschied von *Occidentalis* gerade in jenen Merkmalen, welche die Zweigbasis letzterer Pflanze der Blattstielbasis in physiologischer Hinsicht ähnlich macht.

Das Vorhandensein des Ringeinschnittes muss als eine morphologische, dem Vorgange der Abtrennung nicht allzu nahestehende Eigenthümlichkeit der Lebensbäume angesehen

werden, und die Anlegung der Korklamelle auf jenen Process zurückgeführt werden, der die Pflanze überhaupt absterbende Gewebe von gesunden durch Korklamellen trennen lässt.

In der That findet bei *Thuja orientalis* kein regelmässiges Abwerfen der in Folge des Lichtmangels absterbenden Zweige statt. Man findet diese im Inneren grösserer Exemplare oft in ganzen Reihen im vertrockneten Zustande stehen, während sie bei *Occidentalis* zwar schon vergilbt, aber noch saftig abgeworfen werden.

Taxodium distichum

ist ein anderes ausgezeichnetes Beispiel für Zweigabwurf bei Coniferen. Dieser Baum, der im südlichen Nordamerika einheimisch ist, aber in Mitteleuropa ganz gut fortkommt,[1]) wirft im Herbste nicht nur die Blätter der stehenbleibenden Zweige, sondern auch die meisten seiner ruthenförmigen einjährigen Nebentriebe ab, nachdem dieselben am Stamme selbst noch abgestorben und braun geworden sind.

Die jährlich abgeworfenen Triebe sind verschiedener Art, wie A. Braun (Botan. Zeitung, 1865, p. 114) zeigte. Die im ersten Jahre sich an den Hauptsprossen entwickelnden Seitenzweige fallen im Herbste vom Grunde aus ab. Aus anderen Blattachseln der Hauptsprosse entwickeln sich aber erst im zweiten Jahre wieder Seitensprosse, welche im Herbste nicht basilär, sondern zwischen dem dritten und fünften der kleinen schuppenartigen Vorblätter abfallen. In den Achseln dieser Vorblätter befinden sich Knospen, die sich im dritten Jahre entwickeln zu Seitensprossen, die ebenfalls nicht basilär abfallen. Dieser Vorgang kann sich öfter wiederholen an derselben Stelle, wo dann im Laufe der Jahre eine höckerartige Verdickung entsteht.

Bei der grossen Regelmässigkeit dieser Vorgänge wäre das nähere anatomische Studium von grossem Interesse gewesen. Mir stand jedoch nur so ungenügendes trockenes Material zur Verfügung, dass ich nur wenig darüber sagen kann, und zum Theil über wichtige Punkte im Zweifel geblieben bin. Was ich daher im Folgenden sage, thue ich mit Vorbehalt.

In den untersuchten Fällen war die Abgliederung nicht basilär. Holz- und Rindenkörper sind an der Ablösungsstelle etwas verengt. Letzterer erscheint über der Einschnürung etwas gelockert, eine Anschwellung desselben wie bei Thuja fehlt aber. An der engsten Stelle entsteht eine schmale Korklage, welche sich an die Korkschichte des Mutterzweiges ansetzt und den Zweig zum Absterben bringt. Eine Trennungsschichte wird nicht gebildet, die Trennung erfolgt durch Zerreissung (?) unmittelbar über der Korkfläche. Der Holzkörper bricht wie gewöhnlich an der dünnsten Stelle ab. Erst nach dem Vertrocknen fällt der Trieb ab. An der Narbe ragt der Holzkörper gewöhnlich etwas vor, und stirbt dann unter den gewöhnlichen Begleiterscheinungen ab (Erfüllung der Tracheiden).[2]) Er wird wie bei Thuja nicht sofort überwallt oder nur ausnahmsweise.

[1]) Bei Strassburg im Elsass befinden sich einige sehr grosse Exemplare, die ehemals gepflanzt, nun vernachlässigt auf einer Wiese stehen.

[2]) Ich bemerke hier nebenbei, dass bei *Taxodium distichum* die Tracheiden sehr häufig von den von Sanio bei *Pinus silvestris* und *Hippophaë rhamnoides* als eine selten vorkommende Erscheinung beschriebenen radialen Querbalken durchsetzt sind. Fast jeder Querschnitt durch dünne Aeste zeigt dieselben. Sie durchziehen, wie bei Pinus ganze lange radiale Reihen von Tracheiden und sind meist einfach, seltener verzweigt.

Fasst man die Beobachtungen über die Coniferen zusammen, so zeigt sich, dass bei diesen ein- bis eilfjährige Zweige zum Abwurfe kommen können. Die Abwürfe von Taxodium sind immer einjährig. Die Nadeltriebe von *Pinus Strobus* immer dreijährig, von *Pinus Laricio* zwei- bis siebenjährig, *Pinus silvestris* zwei- bis sechsjährig. Die Zweige von *Thuja occidentalis* drei- bis eilfjährig. Alle dem Abwurfe unterlegenen Coniferentriebe sterben zuerst ab; im frischen, lebenden Zustande kommen keine Zweige zum Abwurfe. Eine Trennungsschichte (Mohl) wird (so weit die Beobachtungen reichen) nicht gebildet. Die Rinde ist an der Trennungsstelle meist etwas eingeschnürt und gelockert. Der Holzkörper daselbst nur zweidrittel bis einhalbmal so dick als darüber. Noch vor dem Abfallen wird der Zweig zum völligen Absterben durch eine Korkschichte gebracht. Die Ablösung desselben erfolgt über dieser.

Ich gehe nun zu den studirten dikotylen Pflanzen über, und bemerke nur, dass bei denselben nur wahre Zweigabsprünge berücksichtigt wurden.

Quercus Cerris.

Die Verschiedenheit des Vorganges des Abwurfes von Zweigen bei den dikotylen im Gegensatze zu den Nadelhölzern erhellt am besten daraus, dass bei jenen die Abtrennung nicht etwa an der dünnsten Stelle des Holzkörpers erfolgt, sondern an einer Stelle, wo dieser am mächtigsten ist.

Bei *Quercus Cerris* geschieht der Absprung der Zweige unmittelbar über ihrer Insertion. Die Ablösungsfläche ist selten eben, gewöhnlich flacher oder tiefer trichterförmig eingesenkt, so dass der abgelöste Zweig häufig wie aus einer flachen Mulde herausgehoben erscheint. Die Lostrennung der Absprünge erfolgt immer an der Basis der untersten Schuppenblätter, die der Zweig besass. Die Insertionen dieser sind noch mehrere Jahre lang als seichte Ringfurchen zu erkennen, in deren unterster die Abtrennung erfolgt. Besagten Ringfurchen entsprechen sehr leichte Einschnürungen der Rinde, die allerdings genügen, um das Reissen von Rinde und Epidermis in einer solchen Ringfurche zu bewirken, aber keineswegs auf die Abtrennung des ganzen Zweiges einen merklichen Einfluss haben. Der ganze Rindenkörper erscheint vielmehr gerade an der Trennungsstelle viel dicker und fester, als z. B. 5 bis 6 Mm. weiter oben, woraus hervorgeht, dass die eigentlichen Ursachen der Abtrennung im Holze zu suchen sind. In der That liegt die Ursache der Ablösung nur im Holze. Schon an Halbirungsschnitten von Zweigen an der Stelle, wo voraussichtlich die Abtrennung erfolgt, kann man bei genauem Zusehen makroskopisch eine Zone von etwa 1 Mm. Breite bemerken, welche den ganzen Holzkörper quer durchsetzt und Mark und Rinde mit einander verbindet. Sie verläuft von ersterem aus meist etwas schief nach aussen und oben. Die Färbung und das Aussehen derselben lassen schon eine Aehnlichkeit ihres Gewebes mit Mark und Rindengewebe vermuthen. Das Ganze macht den Eindruck, als wenn der Holzkörper an der betreffenden Stelle gewaltsam auseinander gerissen, und durch Markgewebe wieder verbunden worden wäre. Dünne Längsschnitte lassen aber unter dem Mikroskope den Sachverhalt nicht ohne Weiteres mit völliger Sicherheit erkennen. Setzt man aber zu einem solchen concentrirte Salzsäure hinzu, so tritt eine sehr intensive

Xylophilin-Reaction [1]) ein, welche das Bild ausserordentlich klar macht, denn es färbt sich jetzt nach kurzer Zeit der ganze Holzkörper ober- und unterhalb der Querzone, namentlich aber an den Grenzen derselben sehr schön und intensiv violet, während die Trennungszone selbst der Hauptsache nach völlig farblos bleibt. Die genauere Untersuchung lehrt aber Folgendes. Die Stelle des Markes, welche die Zone durchsetzt, hat etwa die Breite dieser und ist fast ganz unverholzt; es sind nämlich nur vereinzelte aus dickwandigen Zellen bestehende Klumpen verholzt, welche den in der Rinde vorkommenden vollkommen gleichen. Sie fehlen im verholzten Marke gänzlich. Die Trennungszone im Holzkörper besteht ganz aus Holzgewebe, das abnormal verändert ist. Es hat namentlich der parenchymatische Theil desselben ausserordentlich überhand genommen, und bleibt gänzlich unverholzt, während die Spiralgefässe und sehr spärliche Holzfasern verholzt sind, und dem entsprechend die farblose Grundmasse des parenchymatischen Gewebes als dunkelviolet gefärbte Stränge durchziehen. Die Markstrahlen sind in der Zone sehr hoch und breit und das Holzparenchym hat sehr überhand genommen. Beide bestehen aus einer etwas quellbaren Modification der Cellulose, die sich mit Chlorzinkjod nur schwer färbt, und sind reichlich mit Inhalt versehen. Auffallend ist der grosse Reichthum an oxalsaurem Kalk, welchen dieses die Trennung ermöglichende Gewebe zeigt. Während die normalen Markstrahlen und Parenchymzellen nur selten eine Oxalatdruse zeigen, führt hier fast jede zweite Zelle eine grosse Druse oder einen die Zelle fast ausfüllenden einfachen Krystall. [2]) Auch das an die Trennungszone angrenzende Rindenparenchym ist reich an oxalsaurem Kalk.

Querschnitte durch die Trennungszone des Holzkörpers mit Salzsäure befeuchtet, zeigen dasselbe. Von der Rinde abgesehen, färben sich vom ganzen Holze nur die spärlichen Gefässe und einzelne Holzfasern, so wie die Sklerenchymzellen des Markes violet. Alles Uebrige bleibt zum Zeichen der vollständigen Unverholztheit völlig farblos. Da der Querschnitt wegen der trichterförmigen Gestalt der Trennungszone nie seiner ganzen Ausdehnung nach in diesen fallen kann, so finden sich immer Stellen, wo der besagte Bau nicht stattfindet, was nun verständlich ist. Durch Vergleich eines solchen Schnittes mit einem andern der durch denselben Zweig weiter oben geführt wurde, überzeugt man sich leicht, dass die Gefässe enger und weniger zahlreich geworden sind, dass auch die Holzfasern an Zahl sehr bedeutend abgenommen haben, und endlich die oben sehr spärliche oder fehlende Thyllenbildung in der Trennungszone häufiger ist, namentlich in den grösseren Gefässen. Da, wie der Querschnitt zugleich lehrt, die Hauptmasse der Trennungszone des Holzkörpers aus Markstrahlengewebe besteht, ferner sich jene ganz am Grunde des Zweiges befindet, und hier die Markstrahlen nie senkrecht zur Axe des Zweiges, sondern immer mehr weniger schief hinauf verlaufen, so erklärt sich damit, warum die Trennungszone eine trichterförmige Gestalt hat und der Mutterzweig an den Abbruchstellen der Seitenzweige meist schwach ausgehöhlt erscheint.

Zu bemerken ist noch, dass die Trennungszone im Allgemeinen um so schöner entwickelt ist, je breiter die Basis des Zweiges ausgebildet ist. In der That lehrt schon eine

[1]) Diese wurde von mir aufgefunden. Sie kommt dadurch zu Stande, dass in den Zellinhalten der Parenchymzellen ein Körper, Xylophilin genannt, vorhanden ist, der mit Salzsäure und verholzten Membranen zusammengebracht, letztere violet färbt. Nach Wiesner ist das Xylophilin ein Gemenge von Phloroglucin und Brenzcatechin.

[2]) Die bedeutende Zunahme der Menge des oxalsauren Kalkes bei Zweigen nach der Basis hin, scheint nach meinen bisherigen Erfahrungen eine sehr allgemeine Erscheinung zu sein.

oberflächliche Beobachtung, dass gerade jene Zweige am leichtesten abspringen, die mit sehr breiter Basis ansitzen.

Aus dieser Darstellung erhellt nun, dass in der Trennungszone der ganze Zweigquerschnitt fast nur aus weichem Parenchym besteht. In dieses sind nur in der Rinde Sklerenchymklumpen und Bastfasern eingelagert, und im Holze wenige leicht zerreissliche Gefässe und sehr spärliche dünne Holzfasern.

Wenn der Holzkörper aus irgend einem Grunde abstirbt und vertrocknet, so kann dieses nur bis zu dieser lebenden Parenchymzone geschehen. Da er sich beim Vertrocknen zusammenzieht, so muss er selbstverständlich allmälig von der Parenchymschichte abreissen und dadurch die Abtrennung erfolgen. Man findet in der That sehr häufig halb abgetrocknete Zweige, welche nur noch mit einem Theile ihrer ursprünglichen Ansatzfläche festsitzen. Aber auch lebende Zweige müssen sich bei einer Abtrennung in der Trennungszone ablösen. In der That brechen alle Eichenzweige, wenn man sie mit Gewalt von der Mutteraxe ablöst in der Trennungszone ab.

Ich fand die Trennungszone des Holz- und Markkörpers bei allen untersuchten Zweigen vorhanden, nur war der Grad ihrer Ausbildung ein sehr verschiedener. Daraus erklärt sich, warum jährlich nur ein Theil der Zweige abbricht oder abgeworfen wird. Es werden nämlich nur jene abgeworfen, wo die Trennungszone am besten entwickelt ist, d. h. am wenigsten widerstandsfähig. In der Entwicklung derselben sind aber sehr leicht Abstufungen denkbar, und kommen auch solche thatsächlich vor. Indem z. B. die Menge der verholzten Partien derselben grösser wird oder dieselbe von Strängen verholzter Gewebepartien, die dem Holzkörper angehören, durchzogen wird. Nur sehr selten findet man einzelne Zweige, wo die Trennungszone zum grössten Theile verholzt ist, wenn man von älteren absieht, bei welchen eine nachträgliche Verholzung eintreten kann.

Eine Trennungsschichte wie bei den Blättern, oder eine Korkschichte konnte ich im Winter (December) nicht finden.

Durch die lebende Parenchymschichte, welche den Holzkörper an der Trennungszone umgrenzt, ist auch eine leichte Abschliessung der Wunde in ihrer ganzen Ausdehnung durch eine Korkschichte ermöglicht. Nicht selten kommt es aber vor, dass der abgeworfene oder abgebrochene Zweig eine Wunde hinterlässt, die einfach vertrocknet, ohne dass sie durch eine Korkschichte abgeschlossen wird. Gewöhnlich verdickt sich die am Mutterzweige bleibende Hälfte der parenchymatischen Trennungszone etwas und entsteht in einer meist ziemlich tiefliegenden Schichte eine Korklamelle, welche sich an die Korkschichte des Stammes anlegt. Dadurch wird der völlige Abschluss bewirkt.

Popolus nigra etc. *Salix sp.*

Der Winter ist für das Studium des Ablösungsvorganges der Zweige bei diesen beiden Gattungen eine ungünstige Jahreszeit, da die meisten Zweige, welche überhaupt abfallen, sich schon im Herbste ablösen. Was ich aber an den noch stehen gebliebenen Zweigen gesehen habe, zeigt, dass der Vorgang in allem Wesentlichen mit dem von *Quercus* übereinstimmt.

Auch hier zeigte sich eine Trennungszone, welche einen ähnlichen Ursprung hat, wie bei *Quercus Cerris,* und an demselben Orte entsteht. Sie ist indess, wie es scheint, nie so

scharf abgegrenzt, wie bei *Quercus Cerris*. Auch hier zeigt sich der aussergewöhnliche Reichthum der Trennungszone nebst Umgebung an oxalsaurem Kalke.

Bei *Salix* ist die Rinde an der Trennungszone etwas eingeschnürt, und geschieht die Abtrennung über den Ansatzstellen der ersten Knospenschuppen, bei *Populus* hingegen, wie es scheint, unter den ersten Vorblättern, also ganz am Grunde.

Ein Hauptunterschied, den ich im Gegensatze zu *Quercus* bei diesen beiden Gattungen gefunden habe, besteht darin, dass die Trennungszone nur an einem Theile der Zweige entwickelt ist, und den stehenbleibenden Zweigen meist ganz fehlt, daher man sie im Winter nicht leicht findet. In dem Parenchym der Trennungszone bildet sich nach dem Abwurfe eine Korkschichte.

Bei *Prunus Padus* ist die Erscheinung auch sehr wohl ausgebildet. Auch hier fehlt die Trennungszone bei den stehenbleibenden Zweigen gänzlich. Wie bei *Populus* sind es die tiefer unten stehenden, meist kleineren Zweige, welche dem Abwurfe unterliegen.

Bei *Evonymus europaeus*, *verrucosus* und *latifolius* ist das Verhalten ähnlich, nur sind Zweigabsprünge seltener. Ganz ebenso verhält sich *Acer platanoides*, ferner *Ulmus effusa*. *Fraxinus* und *Juglans* bilden nur wenige Absprünge.

Von Interesse sind *Viscum album* und *Loranthus europaeus*. Bei beiden ist die Trennungszone sehr wohl entwickelt. Nichtsdestoweniger findet man bei *Viscum* fast nie Zweigabsprünge, während bei *Loranthus* mehr als die Hälfte der jährlich entwickelten Zweige abspringen.

Nachdem ich nun bisher gezeigt habe, dass in allen Fällen, wo Zweigabwurf bei Laubhölzern stattfindet, die Basis der betreffenden Zweige in einer queren Zone parenchymatisch bleibt, in welcher Zone die Lostrennung geschieht, frägt es sich nun, ob das Vorhandensein dieser Zone genügt, um den thatsächlichen Abwurf zu erklären, oder ob es vielleicht in der Trennungszone zur Zeit des Absprunges des Zweiges zur Entstehung einer Trennungsschichte kommt, wie sie von Mohl bei den Blättern zur Zeit des Laubfalles nachgewiesen wurde. Ich konnte diese Frage der Ungunst der Jahreszeit wegen nicht zur Entscheidung bringen. Nach dem jedoch zu urtheilen, was ich gesehen habe, dürfte wenigstens nicht in allen Fällen eine Mohl'sche Trennungsschichte gebildet werden. Röse zweifelt zwar nicht an der Existenz einer solchen, und sagt, dass „schon eine oberflächliche Betrachtung der Absprünge mit ihrer abgerundeten, wulstig verdickten Basis, und ihrer glatten, oft sammtartig glänzenden Trennungsfläche, welcher die hinterlassene Narbe in gleicher Weise entspricht, die grösste Aehnlichkeit mit dem Gelenke und der Narbe abfallender Blätter zeige". Allein hierzu ist zu bemerken, dass, wenn man den Bruch im Winter vornimmt, man auch sehr glatte Bruchflächen erhält. Dies ist sehr natürlich, da der Bruch innerhalb einer sehr schmalen vorgezeichneten Schichte geschehen muss. Ist die Trennungszone wohl entwickelt, so genügt bei *Quercus* und *Populus* schon ein schwacher Druck, um die Ablösung zu bewirken. Bedenkt man ferner, dass es meist schwächere, reich belaubte Zweige sind, welche im Herbste und Spätsommer abspringen, so wird man bald darüber klar, dass schon Wind, Regen und Hagel genügen, um reichliche Absprünge zu bewirken. Dass im Winter trotz zeitweiliger Schneelast und häufiger Stürme keine Zweige abspringen, erklärt sich aus

dem Mangel der Blätter, der Kleinheit der abspringenden Zweige, und dem Umstande, dass nur jene Zweige den Spätsommer und Herbst überdauern, welche stärker festsitzen. Kleine, unbelaubte einfache Zweige dürften überhaupt Stürmen und Schneelast gegenüber sehr widerstandsfähig sein, was von ganz grossen Zweigsystemen nicht mehr gilt. Bei der Eiche und Pappel, weniger ausgesprochen aber auch bei allen übrigen untersuchten Arten ist es ferner Regel, dass kleine Zweige mit vollkommen entwickelter Trennungszone den Winter überdauern. Warum wurde in ihnen keine Trennungsschichte entwickelt? Es ist ferner bekannt, dass die Absprünge des Spätsommers und Herbstes frisch sind und oft noch ganz grün mit functionsfähigen Blättern. Ich frage nun, und zweifle sehr, dass es überhaupt möglich sei, ob in einem ganz frischen Organe ohne äusseren Anlass eine Trennungsschichte entstehen kann? Bei den Blättern und den Cladodien von Xylophylla entsteht die Trennungsschichte erst dann, wenn sie im Absterben begriffen sind, und nie im völlig frischen Zustande.

Die endgiltige Entscheidung dieser noch streitigen Frage wird mir der kommende Herbst bringen. Die angeführten Gründe aber lassen mich vorläufig zu der Ansicht hinneigen, dass die Zweigabsprünge lediglich gewaltsame Brüche an anatomisch vorgebildeter Stelle am Zweiggrunde sind. Ueberdies ist es jedenfalls sicher, dass durch die Auffindung der den Holzkörper quer durchsetzenden parenchymatischen Zone die Hauptsache geleistet ist, indem dadurch die Erklärung der Möglichkeit von Zweigabsprüngen sichergestellt ist.

Nachrichten
über den forstlich-meteorologischen Beobachtungszweig.

Von

Dr. Jos. R. Lorenz Ritter v. Liburnau.

k. k. Ministerialrath.

Zur Ausführung des forstlich-meteorologischen Programmes, welches im vorigen Hefte abgedruckt war, ist Folgendes bis zum Frühjahr 1878 theils geschehen theils für das laufende Jahr in Aussicht genommen:

In administrativer Beziehung wurden die k. k. Forstinspectoren, sowie die k. k. Forst- und Domänen-Directionen unter Hinausgabe des erwähnten Programmes aufgefordert, solche Forstorte oder Parzellen zu bezeichnen, welche in ihrem Amtsbereiche sich entweder als Radial- oder als Parallel-Stationen im Sinne des Programmes besonders empfehlen würden. Noch vor Ende des Monats Februar sind alle betreffenden Berichte eingelangt und gegenwärtig sind sie auch bereits durchgesehen und zur Feststellung des weiteren Operationsplanes verwerthet.

Gleichzeitig mit der eben erwähnten Massregel und unter gefälliger Vermittlung der k. k. Centralanstalt für Meteorologie wurde an alle mit dieser in Verbindung stehende meteorologische Stationen ein lithographirter Fragebogen versendet, der so verfasst war, dass aus dessen Beantwortung genaue Stationsbeschreibungen resultiren sollten, und zwar insbesondere mit Rücksicht auf die Eignung der Stationen für die Beantwortung von Fragen der forstlichen Meteorologie. Diese Beschreibungen sind von mehr als hundert Stationen eingelangt und wurden auch bereits durchgeprüft; die Resultate werden bei den weiteren bevorstehenden Arbeiten dienlich sein.

In fachlicher Beziehung wurde das Hauptaugenmerk auf die Ermöglichung besserer Daten über die absolute Feuchtigkeit der Luft nicht nur in, sondern auch über dem Wald im Vergleich zu jener des Freilandes gerichtet. Um den gleichzeitigen Wassergehalt zweier gleich hohen Luftschichten, wovon die eine in beliebiger Höhe über den Baumkronen, die andere über Freiland sich befindet, zu jeder Zeit genau messen und vergleichen zu können, ohne sich der für feinere und sichere Unterscheidungen nicht genügenden bisherigen Psychrometer bedienen zu müssen, wurde, wie schon früher angedeutet, vom Prof. Franz Schwackhöfer an der k. k. Hochschule für Bodencultur ein Apparat unter dem Namen „Volum-Hygrometer“ erfunden, dessen Beschreibung zunächst in die Sitzungsberichte der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften aufgenommen wurde und auch hier in der nächstfolgenden Abhandlung gebracht wird. Dass man auf diese Erfindung nicht allein für die

Zwecke unseres Programmes, sondern auch in rein meteorologischen Kreisen Werth lege, erhellt aus dem Beifalle, den die diesbezüglichen Vorträge bei der Akademie der Wissenschaften und bei der meteorologischen Gesellschaft fanden, sowie aus der Bestellung zweier solcher Exemplare für die k. k. meteorologische Centralanstalt, dann eines Exemplares für das physikalische Centralinstitut in Petersburg und mehrerer anderer für analoge Anstalten. Längstens bis Anfangs Juli werden sieben solche Apparate mit allen seit Beginn des Winters hinzugekommenen Verbesserungen zum Preise von je 140 fl. ö. W., verfertigt vom Mechaniker Schneider in Wien, dem forstlichen Versuchswesen zu Gebote stehen.

Mit dem bereits im Programme erwähnten *Ballon captif* wurde noch im Spätherbste 1877 eine Reihe von Versuchen angestellt, aus denen sich die besondere Zweckmässigkeit des hiefür gewählten Stoffes, sowie des gleichfalls vom Herrn Prof. Schwackhöfer construirten sehr compendiösen und praktischen Generators für die Erzeugung von Wasserstoffgas zur Füllung des Ballons erwies. Da jedoch die Anwendung des *Ballon captif* in Wäldern von ziemlich dichtem Kronenschluss und besonders bei bewegter Luft Schwierigkeiten bereitet, die sich in den angestellten Vorversuchen noch deutlicher herausgestellt haben, war man bedacht, eine Vorrichtung zu ersinnen, mittelst deren ein luftsaugender Schlauch vom Boden des Waldes aus in verschiedene Höhenabstände über den Kronen gebracht werden könnte. Zu diesem Zwecke diente eine Mastvorrichtung, welche bereits seit einigen Wochen in Mariabrunn probeweise in Anwendung ist. Es folgt hier die Beschreibung derselben, wozu Figur 1—3 gehört.

Ein an passender Stelle ausgewählter Baum mit möglichst geradem Schafte wird zu einem Drittel seines Umfanges auf einer und derselben Seite von unten bis oben entastet, und der dünne Wipfel, welcher keinen festen Halt für die später zu beschreibende Vorrichtung mehr bietet, wird mit einem schiefen Schnitte abgekappt (Fig. 1), dann die Schnittstelle mit Baumwachs oder mit einer anderen ähnlichen Masse verklebt. Eine Stange (Fig. 1, *A B*, dann Fig. 2, *A*, Fig. 3, *B*), deren Länge von jener Höhe abhängt, bis zu welcher man im Maximum die obere Mündung des saugenden Schlauches bringen will, wird nun mit dem Baume in einer ähnlichen Weise verbunden, wie man an einem Maste die Stenge anbringt. Die oberen Theile des entgipfelten Baumes werden mit zwei Führungen (*C* und *D* Fig. 2) versehen; dieselben sind durch Krägen (*E*, *F*, Fig. 1 und 2), welche sich mittelst Charnieren um den Baum herumlegen und durch Flanschen fest anziehen lassen, so befestiget, dass die beiden als Führung dienenden Ringe *C* und *D* nach der entasteten Seite hin und genau übereinander zu stehen kommen. Die obere der beiden Führungen trägt nach vorne einen Ansatz *G* mit einer einfachen Rolle, über welche eine starke Leine läuft, deren eines Ende an dem unteren Ende der Stange befestiget ist, wo sich ein hervorstehender Ring zum Einknüpfen der Leine befindet (Fig. 2, gleich ober *A*). Die Stange wird nun bei der ersten Einrichtung in ähnlicher Weise, wie man bei Bauten einen Balken in die Höhe hisst, durch Anziehen der über die Rolle geschlungenen Leine gehoben und durch einen Mann, welcher auf den stehengebliebenen Aesten den Baum bestiegen hat, so geleitet, dass ihr oberes Ende durch beide Führungen sich hinaufschiebt. Die Leine wird von einem Manne unter dem Baume so lange angezogen, bis das untere Ende der Stange nahe an die untere Führung *C* gelangt ist, und dann in irgend einer passenden Weise unten am Fuss des Baumes (wie *H* in Fig. 1) festgemacht. Die Stange hat nun mit ihrer oberen Spitze *B* die äusserste Höhe erreicht, welche sie überhaupt erreichen kann.

Lässt man aber die Leine mehr oder weniger nach, so senkt sich selbstverständlich auch die ganze Stange, und man kann sie, sei es für Zweck eines Versuches oder bei

heftigem Sturme, entweder ganz wieder herablassen oder wenigstens so weit senken, dass ihre obere Spitze gerade noch über die obere Führung hervorsieht und nicht höher steht als das obere Ende des Baumes selbst. An der Spitze der Stange ist an einem nur wenig vorragenden krahnartigen Arme (*p* Fig. 3) eine kleine Rolle angebracht, über welche eine dünne Schnur *q q'* (Fig. 1 und 3) läuft. Diese dient dazu, um den Schlauch *s s'* (Fig 1 und 3), durch welchen die Luft in das Volum-Hygrometer gesaugt wird, in beliebige Höhe, deren Maximum durch die Spitze der Stange gegeben ist, heben zu können.

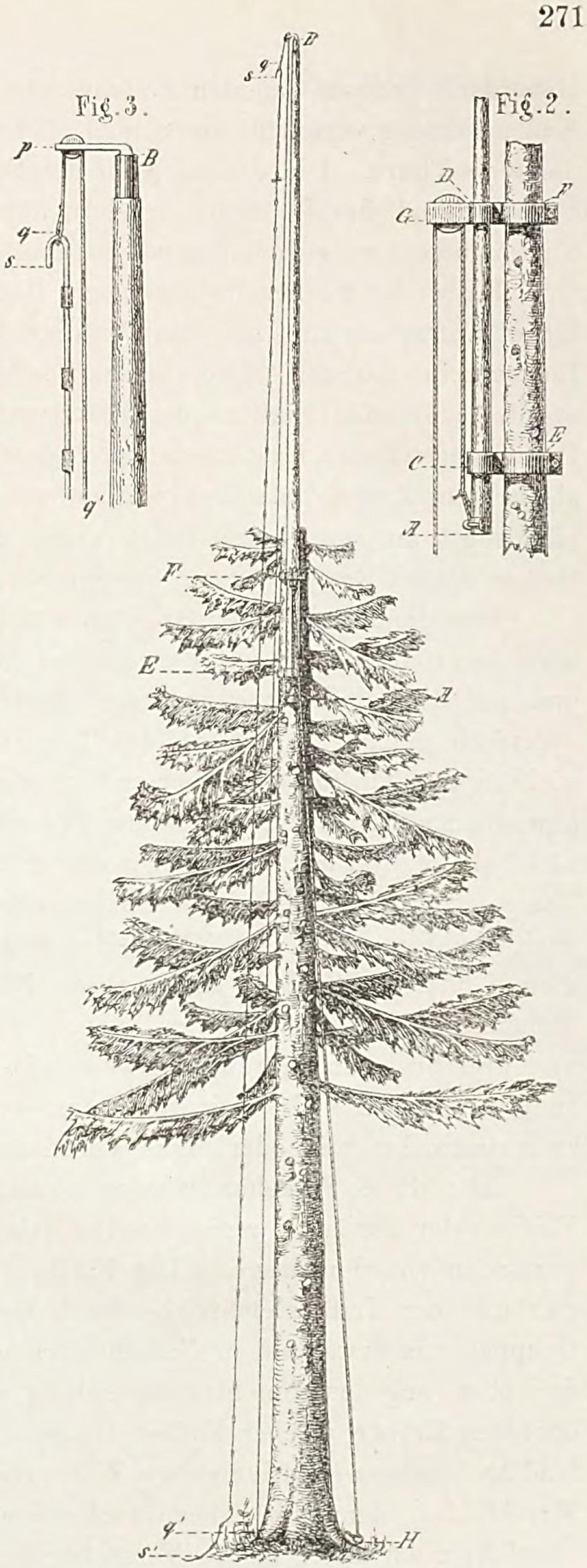


Fig. 1.

Die Herstellung einer solchen Vorrichtung (jedoch noch ohne den Schlauch) hat, bei einer Länge der Stange [1]) von 10 M. in Mariabrunn nicht mehr als rund 28 fl. gekostet und das Setzen der Führungen und der Stange an ihren Platz hat, nachdem die einzelnen Bestandtheile vorlagen, nicht mehr als eine Stunde in Anspruch genommen. Mittelst dieser Vorrichtung kann man nicht nur den erwähnten Schlauch, dessen nähere Beschreibung ebenfalls im folgenden Artikel von Prof. Schwackhöfer gegeben wird, sondern auch irgend einen selbstregistrirenden Apparat in verschiedene Höhenabstände von den Baumkronen bringen, ohne sich der kostspieligen und bei der Uebertragung schwer handbaren Gerüste bedienen zu müssen. Für manche Freilandsstationen werden allerdings, besonders an solchen Orten, wo die Luft stark bewegt ist, Gerüste nicht entbehrt werden können.

Für die Beobachtungen über relative Luftfeuchtigkeit hat sich bei den angestellten Versuchen das im Programm angeführte Hygrometer von Klinkerfues nicht als zweckmässig erwiesen, und man wird bei der Einrichtung der Stationen davon keinen Gebrauch machen.

Für die Thermometer wurde, um sie in möglichst natürliche Verhältnisse zu versetzen und doch vor dem störenden Einfluss der directen Besonnung und Beregnung zu schützen, folgende Einrichtung in Anwendung gebracht: Ein laternenartiges Rahmenwerk aus Holz oder starkem Draht ist oben offen, jedoch mit einem

[1]) Es wurde hierzu eine der grössten und stärksten Hopfenstangen gewählt: unterer Durchmesser 7·5 Cm., oberer Durchmesser 4·6 Cm., Länge 9·9 M., Gewicht 15·6 Kilo, Preis der rohen Stange 75 kr. ö. W.

Ueberdach bedeckt, an den Seitenwänden mit Jalousien aus starkem, weiss angestrichenem Kautschukzeug versehen, unten aber offen; eine der vordern Seitenwände geht in Angeln und dient als Thüre. Die Jalousien an den Seitenwänden erstrecken sich nicht ganz bis an den unteren Rand des Rahmens, sondern hören in jener Höhe auf, in welcher die Kugel des Thermometers zu stehen kommt, so dass diese mit ihrer unteren Hälfte ganz frei ist.

Da weder Sonnenstrahlen noch Regentropfen in genau horizontaler Richtung auf die Kugel treffen dürften, hat man für diese letztere den Vortheil der Lage in ganz frei bewegter Luft vereint mit der erforderlichen Beschirmung. Diese wurde nicht aus Blech hergestellt, um den störenden Einfluss der Erwärmung zu beseitigen, was bei den Thermometern und Psychrometern der forstlich-meteorologischen Stationen von um so grösserer Wichtigkeit ist, als es dem Zweck derselben widersprechen würde, sie an den Nordseiten von Gebäuden oder sonst an stets beschatteten Orten aufzustellen. Zur Ermittlung der zweckmässigsten Grösse dieser Beschirmungen werden eingehende Versuche angestellt.

Was die einschlägigen Arbeiten und Einrichtungen im Laufe des Jahres 1878 betrifft, so wird man sich zunächst auf Vorversuche und Exercitien im botanischen Garten zu Mariabrunn und auf die Einrichtung mehrerer Radialstationen in Niederösterreich und in dem ganz specifisch geeigneten Gebiete des Ternowaner Waldes bei Görz beschränken, auf die Vervielfältigung der Stationen aber erst im nächsten Jahre bedacht sein, wenn die im ersten Jahre gewonnenen Erfahrungen grössere Sicherheit gegeben haben werden. In Mariabrunn werden nicht allein die Functionen der verschiedenen neuen Apparate mit jenen der bisher üblichen älteren verglichen und jeder Fehlerquelle der ersteren nachgespürt, sondern insbesondere auch die Anwendung des Volum-Hygrometers in eingehendster Weise erprobt werden. Zu diesem letzteren Zwecke sind mehrere Parzellen ausgewählt, von denen bei übrigens gleicher Höhenlage, Exposition u. s. w., einige mit Laubholz-, andere mit Nadelholzpflanzen im Alter von drei bis neun Jahren, theilweise ein- oder zweimal überschult, dicht bestanden, wieder andere mit Gras oder mit Feldfutter bewachsen sind, andere endlich brach liegen, und zwar entweder mit oder ohne Verunkrautung.

Alle diese Parzellen werden ohne jede künstliche Bewässerung einfach unter dem Einfluss der genau zu registrirenden Jahreswitterung gelassen und in verschiedenen Höhenabständen von den ausgewählten Flächen mittelst des Volum-Hygrometers die Feuchtigkeitszustände der Luft gleichzeitig durch mehrere Personen gemessen werden. Auch mehrere Gruppen von erwachsenen Nadelhölzern und Laubbäumen werden dazu dienen, um mittelst der oben angedeuteten Mastvorrichtung und des *Ballon captif* den Wassergehalt der Luft ober den Kronen solcher kleiner Gruppen und vergleichsweise in derselben Höhe über Freiland zu bestimmen. Eine grosse Waldparzelle bei Strasshof innerhalb des sonst so waldlosen Marchfeldes, dann mit hoher Genehmigung eine Stelle des kaiserlichen Thiergartens werden ebenfalls noch heuer in die Versuchsreihen mit dem Volum-Hygrometer einbezogen werden.

Gleichzeitig widmet sich bereits seit Ende des Winters ein junger Pflanzenphysiolog, Herr Franz v. Höhnel, welcher schon einige werthvolle Arbeiten über die Transpiration der Pflanzen veröffentlicht hat, exacten Versuchen und Beobachtungen sowohl im Laboratorium als im Freien über die Transpirationsgrössen verschiedener Holzarten unter verschiedenen hier in Betracht kommenden Verhältnissen, wozu ebenfalls in Mariabrunn die erforderlichen Localitäten und Einrichtungen geboten sind.

Volum-Hygrometer[1])

von

Franz Schwackhöfer,

a. o. Professor an der Hochschule für Bodencultur in Wien.

(Mit Tafel XXIV.)

Dieser Apparat, welcher auf Tafel XXIV in einem Viertel der natürlichen Grösse abgebildet ist, dient zur genauen Bestimmung des Feuchtigkeitsgehaltes der atmosphärischen Luft auf chemischem Wege, und zwar mit Umgehung jeder Wägung.

Derselbe eignet sich nicht nur für den in Rede stehenden speciellen Zweck, sondern kann auch mit Vortheil anstatt des Psychrometers zum täglichen Gebrauche an meteorologischen Stationen dienen, da eine Bestimmung mit demselben ohne jegliche Vorbereitung binnen wenigen Minuten ausführbar ist.

Das Wesen dieses Apparates besteht in Folgendem:

Die zu untersuchende Luft wird mittelst der Quecksilberpumpe *P* angesaugt, ein genau bekanntes Volumen davon in die Bürette *B* eingeschlossen und von hier aus in das mit concentrirter Schwefelsäure gefüllte Absorptionsgefäss *A* gedrückt.

Nach erfolgter Absorption des Wasserdampfes wird die Luft wieder in die Bürette zurückgebracht und die Volumabnahme bestimmt. Diese letztere entspricht — unter Berücksichtigung der während des Versuches eventuell eingetretenen Temperaturveränderung — direct Volumprocenten Wasserdampf in der untersuchten Luft.

Die Einzelnheiten der Construction dieses Apparates werden sich aus Nachfolgendem ergeben.

Die Bürette besteht aus einem cylindrischen, etwa 5 Cm. weiten und 9 Cm. hohem Gefässe *B*, welches oben und unten in eine enge Röhre ausläuft. Die nach abwärts gerichtete Röhre *C* hat eine Länge von circa 35 Cm. und ist mit einer Theilung versehen, welche Hundertel Volumtheile des ganzen Fassungsraumes (vom Hahnschlusse α bis zum Nullpunkte) angibt.

[1]) Mit theilweiser Benützung der Abhandlung im LXXVI. Bd. der Sitzungsber. der k. Akademie der Wissenschaften in Wien. 1877.

In dem weiten Theile B ist ein empfindliches, in $^1/_{10}$ Grade getheiltes Thermometer t eingeschmolzen, und zwar so, dass nur dessen Quecksilbergefäss sich im Innern der Bürette befindet, die Thermometerscala aber ausserhalb steht (Fig. II.). Dieser Theil ist von einem zweiten Gefässe umgeben, welches den Zweck hat, die in der Bürette eingeschlossene Luft gegen Temperaturschwankungen während der Beobachtung zu schützen.

Ueberdies ist der Zwischenraum zwischen der Bürette und dem äusseren Glasgefässe auch noch mit Glycerin erfüllt.

Vor der Thermometerscala ist eine verschiebbare und circa dreimal vergrössernde Loupe L angebracht, um noch Unterabtheilungen von $^1/_{10}$ Graden ablesen zu können.

Das obere Ende der Bürette ist im rechten Winkel gebogen und mittelst einer Holländerverschraubung mit dem Messingdoppelhahn H fest verbunden. Wird der Wechsel α in die Stellung I gebracht, so ist die Verbindung der Bürette mit dem Rohre b hergestellt, durch welches beispielsweise die zu untersuchende Luft eingesaugt wird; dreht man den Wechsel um 120 Grad (Stellung II), so kann die in der Bürette befindliche Luft durch das Rohr a ausgeblasen werden, und bringt man den Wechsel durch Drehung um 60 Grade in die Stellung III, so ist die Communication der Bürette mit der äusseren Atmosphäre abgesperrt.

Der zweite Wechsel β stellt die Verbindung her zwischen der Bürette und dem Absorptionsgefässe A. Dasselbe ist aus Glas gefertigt und mittelst eines Kautschukstöpsels in den Hals einer starkwandigen Flasche dicht eingepasst. Der weitere in die Flasche hineinragende Theil des Absorptionsgefässes ist behufs Vergrösserung der Flüssigkeitsoberfläche mit engen Glasröhren gefüllt und hat seitlich unten vier Oeffnungen o für den Aus- und Eintritt der Schwefelsäure. Oben läuft das Gefäss in ein enges Rohr aus, welches mit einer Marke m versehen und mit dem Doppelhahne H dicht verbunden ist. Durch den Stöpsel geht ferner ein Glasröhrchen, an welchem ein Kautschukballen z befestigt ist. Die Flasche ist bis auf halbe Höhe mit concentrirter Schwefelsäure gefüllt. Durch Zusammendrücken des Ballens z erfährt die in der Flasche befindliche Luft eine Compression, wobei die Schwefelsäure im Absorptionsgefässe steigt und durch Schliessen des Schraubenquetschers q auf die Marke m eingestellt werden kann.

Wird dagegen Luft aus der Bürette in das Absorptionsgefäss gedrückt, so steigt die Säure in der Flasche und die dadurch verdrängte Luft wird von dem Kautschukballen z aufgenommen. In dieser Weise lässt sich eine auf- und absteigende Bewegung der Säure bewerkstelligen, ohne dass dieselbe dabei mit der äusseren Luft in Berührung kommt.

Endlich ist noch die Saug- und Druckvorrichtung P zu beschreiben.

Dieselbe besteht im Wesentlichen aus einem Glascylinder g, in welchem ein in verticaler Richtung beweglicher Holzstempel f derart eingepasst ist, dass zwischen der innern Glaswand und dem Stempel ringsum ein Raum von nur etwa 1 Mm. frei bleibt.

Am oberen Ende des Holzstempels ist ein Aufsatz aus Buchsholz eingeschraubt, auf welchem eine Stahlmutter für die in verticaler Richtung wirkende Druckschraube s befestigt ist. Ueber dem Glascylinder ist ein winkelförmiges Lager an der Kastenwand festgeschraubt, welches sowohl der Druckschraube s als auch den beiden rechtwinklig in einander greifenden Kronrädern r und r' als Führung dient.

Damit der Holzstempel f nur eine verticale, nicht aber auch eine drehende Bewegung machen kann, sind zwei Führungsstangen (in der Zeichnung punktirt) angebracht, welche in dem Messingbügel unter dem Zahnrade r festsitzen und durch Oeffnungen in der vorerwähnten Stahlmutter gehen.

Zur Drehung der Schraube *s*, welche das Heben und Senken des Holzstempels bewirkt, dient die Kurbel *k*.

Der Glascylinder *g* ist bis zur Linie *n'* mit Quecksilber gefüllt und communicirt durch das Auslaufrohr *u* mit der Stahlkapsel *y*, in welche das Bürettenrohr *c* und das Druckcontrolrohr *d* einmünden.

Nimmt der Holzstempel *f* seine höchste Stellung ein (wie in Fig. I dargestellt), so berührt er das Quecksilber nicht, dasselbe steht im Glascylinder, so wie in den beiden Röhren *c* und *d* gleich hoch, und zwar trifft in diesem Falle das Quecksilber-Niveau etwa $^1/_2$ Cm. unter dem Nullpunkt.

Drückt man den Stempel *F* nieder, so steigt das Quecksilber in dem engen Zwischenraume zwischen *F* und *g* und gleichzeitig aber auch in den beiden communicirenden Röhren *c* und *d*. Hat der Stempel endlich seine tiefste Stellung erreicht (in Fig. I durch Punkte angedeutet), so steht das Quecksilber-Niveau bei der Linie *n* und die Bürette *B* ist mit Quecksilber gefüllt. Beim Heben des Stempels sinkt das Quecksilber wieder und wird Luft in die Bürette eingesaugt.

Das Druckcontrolrohr *d*, über dessen Zweck weiter unten noch die Rede ist, verläuft — so weit die Theilung reicht — ganz nahe am Bürettenrohre *c*, so dass die geringste Differenz im Quecksilber-Niveau in den beiden Röhren schon sehr deutlich ersichtlich ist. Ueberdies ist zum genauen Einstellen und Ablesen auch noch ein verschiebbares Diopter *v* angebracht.

Oben ist das Rohr *d* im Winkel umgebogen und trägt ein kleines mit Glaswolle gefülltes Gefäss *w*, um die in die Röhre eintretende Luft von Staubtheilchen zu befreien. Aus demselben Grunde ist auch der Glascylinder *g* oben mit einem Beutel *l* aus Sämischleder verschlossen.

Zum Einfüllen und Entleeren des Quecksilbers ist an der Stahlkapsel *y* ein seitlich abzweigendes Rohr *i* angebracht, welches durch die Schraube *h* von innen verschliessbar ist.

Der ganze Apparat ist in einem Holzkasten eingeschlossen, und die einzelnen Bestandtheile desselben sind an den Kastenwänden derart befestigt, dass sie leicht herausgenommen werden können.

Ausführung der Wasserbestimmung.

Die zu untersuchende Luft kann entweder durch *a* oder auch durch *b* in die Bürette eingesaugt werden, wie es eben im gegebenen Falle für die Anbringung der Zuleitungsröhren am bequemsten erscheint.

Das zweckmässigste Material für die Zuleitungsröhren ist Glas. Kautschukschläuche sind für diesen Zweck gänzlich unbrauchbar, da dieselben, je nach der Temperatur und dem Feuchtigkeitszustande der durchgehenden Luft, Wasser anziehen oder abgeben, und somit das Resultat der Feuchtigkeitsbestimmung beeinträchtigen.

Die Fehler, welche dadurch bedingt werden, können unter Umständen — wenn nämlich bei zwei auf einander folgenden Bestimmungen Luft von sehr verschiedenem Feuchtigkeitsgehalte durchgesaugt wird — selbst schon bei einer kurzen, nur etwa einen Meter langen Kautschukleitung mehrere Zehntel Volumprocente betragen. Bei Glasröhren tritt dieser Uebelstand nicht ein, vorausgesetzt, dass die Leitung und auch der Apparat keine niedrigere

Temperatur besitzt, als die eingesaugte Luft, und daher eine Condensation des Wasserdunstes nicht stattfinden kann.

Um die Leitung beweglich und weniger zerbrechlich zu machen, ist sie aus starkwandigen Glasröhren von circa 3 Mm. innerer Lichte und etwa 30 bis 40 Cm. Länge zusammengesetzt. Die einzelnen Röhren werden mittelst Kautschukschläuchen dicht unter einander verbunden, und zwar so, dass die Glasrohrenden aneinander stossen. In gleicher Weise wird auch die Verbindung mit *a* oder *b* hergestellt.

Die zweite Operation ist das Einstellen der Schwefelsäure im Absorptionsgefässe auf die Marke.

Zu diesem Behufe bringt man den Hahn α in die Stellung I oder II, öffnet den Schraubenquetscher *q* und den Hahn β und drückt vorsichtig an dem Ballen *z* bis die Schwefelsäure die Marke *m* erreicht hat; hierauf werden *q* und β wieder verschlossen.

Ist die Zuleitung mit *a* verbunden, so wird beim Ansaugen der Luft in folgender Weise vorgegangen. Zuerst bringt man den Hahn α in die Stellung I und füllt die Bürette durch Niederschrauben des Stempels *F* mit Quecksilber. Hat das Quecksilber seinen höchsten Stand in der Bürette erreicht (Linie *n*), so verstellt man α um 120 Grad (aus Stellung I in Stellung II) und lässt dasselbe durch Heben des Stempels wieder bis zum Nullpunkt sinken, wobei Luft durch die Rohrleitung in die Bürette eintritt.

Diese Manipulation (Hinausdrücken der Luft durch *b* und Einsaugen durch *a* muss mehrmals wiederholt werden, um alle ursprünglich in der Rohrleitung vorhandene Luft zu verdrängen, und durch jene zu ersetzen, in welcher der Feuchtigkeitsgehalt bestimmt werden soll. Nach dem letzten Einsaugen lässt man das Quecksilber in den beiden Röhren *c* und *d* vollständig zur Ruhe kommen, verschliesst hierauf den Hahn α (Stellung III) und liest den Stand des Thermometers *t* ab.

Um die in der Bürette eingeschlossene Luft mit der Schwefelsäure in Berührung zu bringen, öffnet man den Schraubenquetscher *q*, alsdann den Hahn β und verdrängt die Luft durch Niederschrauben des Stempels *F* aus der Bürette in das Absorptionsgefäss *A*.

Nach Verlauf von etwa einer halben Minute leitet man die Luft wieder in die Bürette zurück. Da bei dieser Operation nicht das ganze Luftquantum mit der Schwefelsäure in Berührung kommt, so muss das Hin- und Zurückleiten drei- oder viermal wiederholt werden, um das Austrocknen vollständig zu bewirken.

Schliesslich wartet man, bis alle Luftblasen aus der Röhre im Absorptionsgefässe aufgestiegen sind, stellt alsdann die Schwefelsäure wieder auf die Marke *m* ein und verschliesst *q* und β. Die Quecksilbersäulen in *c* und *d* stellen sich jetzt beim Nullpunkte nicht mehr ins Niveau, sondern in *c* wird der Stand ein wesentlich höherer sein, weil durch das Verschwinden des Wasserdampfes der Druck in der Bürette geringer geworden, die Quecksilbersäule in *d* aber immer unter dem gleichen Drucke (nämlich unter jenem der äusseren Atmosphäre) geblieben ist.

Um die in der Bürette befindliche Luft unter denselben Druck zu stellen, hebt man das Quecksilber durch langsames Niederschrauben des Stempels so weit, bis es in den beiden Röhren *c* und *d* vollkommen gleich hoch steht, und liest hierauf mit Hilfe des Diopters *v* den Stand an der Scala ab; gleichzeitig wird auch die Temperatur am Thermometer *t* abgelesen.

Zur Ueberzeugung ob alle Feuchtigkeit absorbirt ist, wird die entwässerte Luft nochmals in das Absorptionsgefäss geleitet, alsdann wieder in die Bürette zurückgebracht und

neuerdings abgelesen. Ergibt sich hiebei keine Differenz mit der ersten Ablesung, so ist die Absorption beendet.

Versuche haben gezeigt, dass eine Luft, die bis zu 1·8 Volumprocente Wasserdampf enthält, schon bei drei- oder viermaliger Berührung mit der Säure im Absorptionsgefässe auf das Vollständigste ausgetrocknet wird.

Die am Bürettenrohre abgelesenen Grade entsprechen unmittelbar Volumprocenten Wasserdampf in der untersuchten Luft, falls die Temperatur während des Versuches ungeändert geblieben ist. Hat sich jedoch eine Veränderung ergeben, so müssen die abgelesenen Procente corrigirt werden, und zwar beträgt die Correctur für je 0·1 Grad C. 0·0366. Diese Correctionszahl ist beim Steigen der Temperatur zu den Angaben des Apparates zu addiren, im entgegengesetzten Falle zu subtrahiren.

Um den Feuchtigkeitsgehalt der Luft bis auf ein Hundertstel-Volumprocent genau zu ermitteln, muss daher die Temperatur vor und nach der Absorption bis auf 0·03 Grad C. bestimmt werden, was bei dem in $^1/_{10}$ Grade getheilten Thermometer mit Hilfe der Loupe ganz leicht gelingt.

Der Barometerstand kommt hier nicht in Betracht, da die in Untersuchung genommene Luft vor und nach der Absorption des Wasserdampfes unter gleichem Drucke gemessen wird.

Ebenso ist auch der Fassungsraum der Röhre von der Marke m bis zum Hahnschluss β ohne Einfluss auf die Bestimmung, da derselbe vor und nach der Absorption mit dem gleichen Quantum trockener Luft gefüllt ist.

Nach Beendigung einer Bestimmung kann der Apparat ohne Weiteres für die nächstfolgende benützt werden. Darin liegt ein wesentlicher Vorzug dieses Apparates gegenüber der Winkler'schen Gasbürette, welche gleichfalls zur directen Bestimmung der Luftfeuchtigkeit empfohlen wurde. [1])

Diese Gasbürette muss nach jeder einzelnen Bestimmung entleert, ausgewaschen und getrocknet werden, während mit dem Volum-Hygrometer viele tausend Bestimmungen ausgeführt werden können, bis eine Entleerung und Frischfüllung des Absorptionsgefässes nothwendig wird. [2])

Dem Psychrometer, sowie auch allen anderen Hygrometern gegenüber hat dieser Apparat, neben der weit grösseren Genauigkeit seiner Angaben, auch noch den Vorzug, dass er sowohl bei stark bewegter, als auch ruhiger Luft und ebenso bei Temperaturen unter Null immer gleich gut verwendbar ist.

Für letzteren Fall wird es sich empfehlen, das Bürettenrohr noch mehr zu verengen, so dass dessen Fassungsraum nur etwa 0·5 Procente des Gesammtfassungsraumes der Bürette entspricht, und somit auch noch Unterabtheilungen von Hundertel-Graden abgelesen werden können.

Der Apparat kann an einem beliebigen Punkte aufgestellt und die zu untersuchende Luft auf ziemlich lange Strecken in denselben eingesaugt werden, was namentlich für die forstlich-meteorologischen Untersuchungen wünschenswerth ist; auch für die täglichen Beobachtungen an meteorologischen Stationen ist es zum mindesten bequem, wenn der Apparat bleibend im Zimmer aufgestellt und die Luft von aussen damit untersucht werden kann.

[1]) Fresenius, Zeitschrift für analyt. Chemie. 1873. p. 82.

[2]) Im Absorptionsgefässe befinden sich circa 600 Gr. concentrirte Schwefelsäure. Da bei einer Bestimmung durchschnittlich nicht mehr als ein Milligramm Wasser aufgenommen wird, so können 30.000 Bestimmungen ausgeführt werden, bis nur eine fünfprocentige Verdünnung der Säure eintritt.

Schliesslich ist noch zu erwähnen, dass dieser Apparat auch zur Messung der Nebelmenge benützt werden kann, wofür die Meteorologie bisher kein Instrument besitzt.

Diese Bestimmung unterscheidet sich von der gewöhnlichen Methode der Luftfeuchtigkeitsbestimmung nur dadurch, dass die zu untersuchende, mit Nebel beladene Luft nicht direct in den Apparat eingesaugt wird, sondern vor ihrem Eintritte in denselben ein schwach erwärmtes Glasrohr passirt, in welchem die Nebelbläschen in Dampf verwandelt werden.

Die Ablesung am Apparate gibt die Summe des Wasserdampfes, bestehend aus dem Dampf, der schon als solcher in der Luft vorhanden war, plus jenem, der durch Verdunstung der Nebelbläschen gebildet wurde. Da die nebelige Luft stets mit Wasserdampf vollkommen gesättigt ist, so lässt sich dessen Menge schon aus der jeweilig herrschenden Temperatur entnehmen, und man hat dann blos diese Zahl von der Anzeige des Apparates in Abzug zu bringen, um das aus den Nebelbläschen gebildete Dampfquantum zu erfahren, welches auf Gewicht umgerechnet und am zweckmässigsten als tropfbar flüssiges Wasser in Grammen pro Cubikmeter Luft angegeben wird.

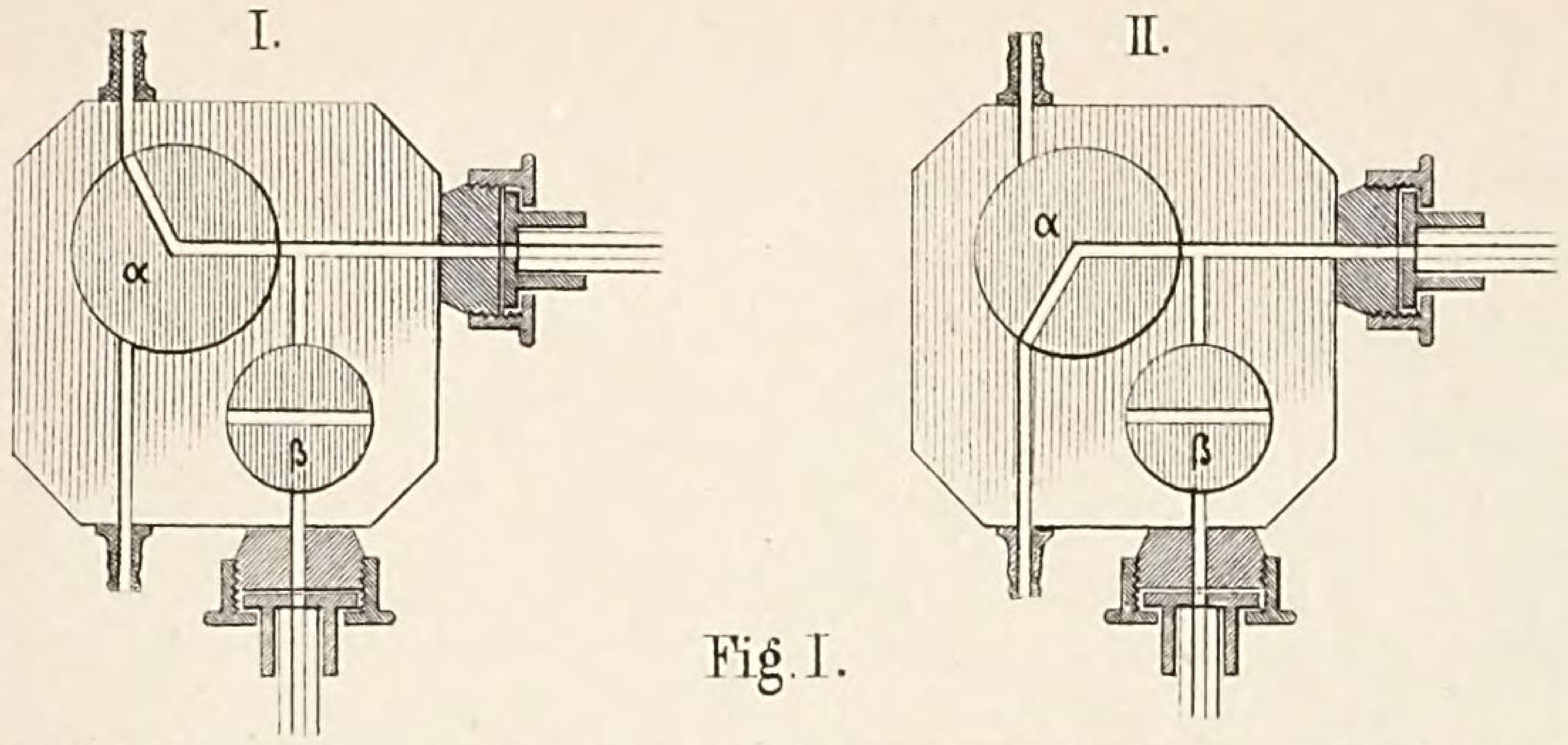
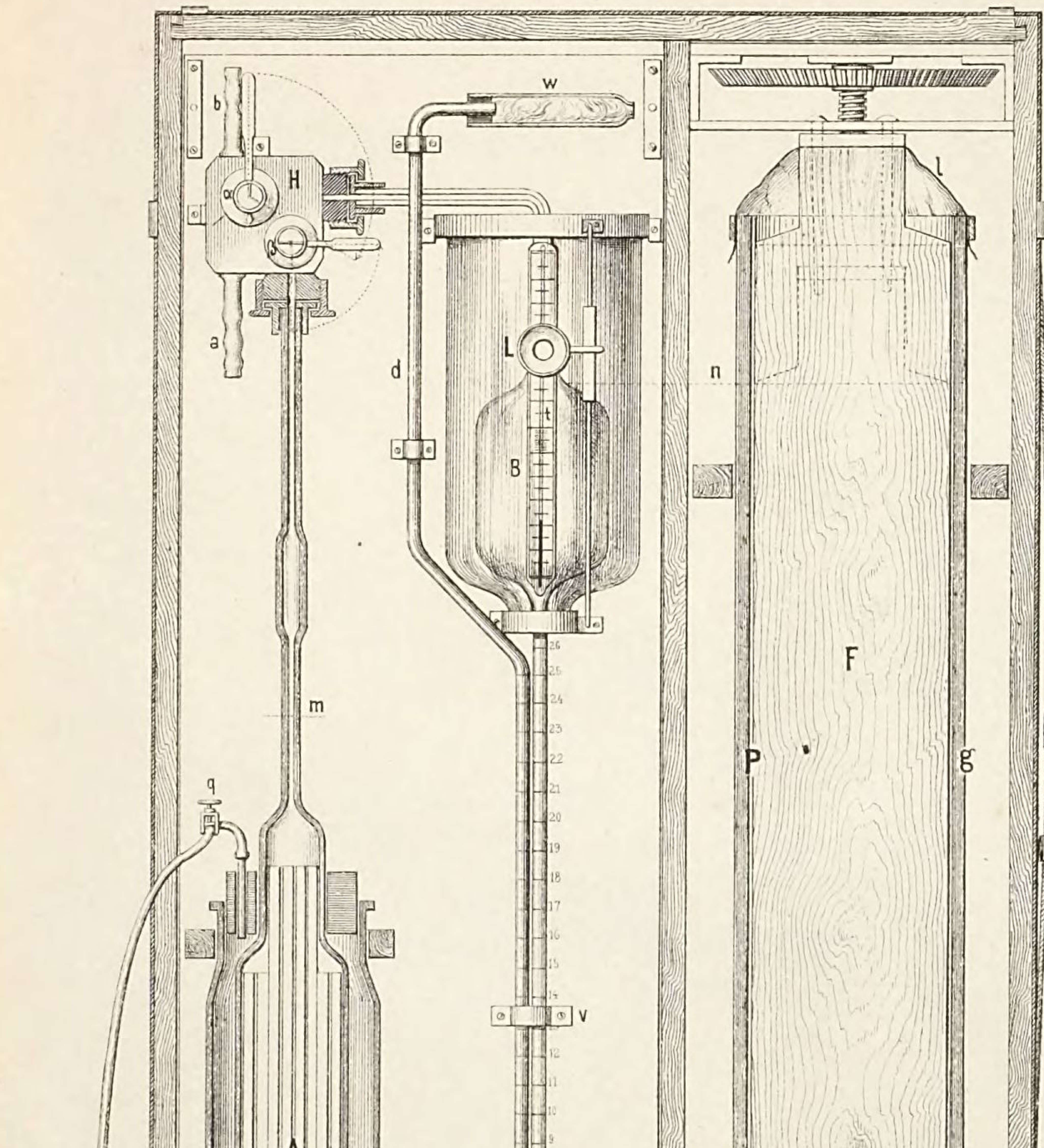
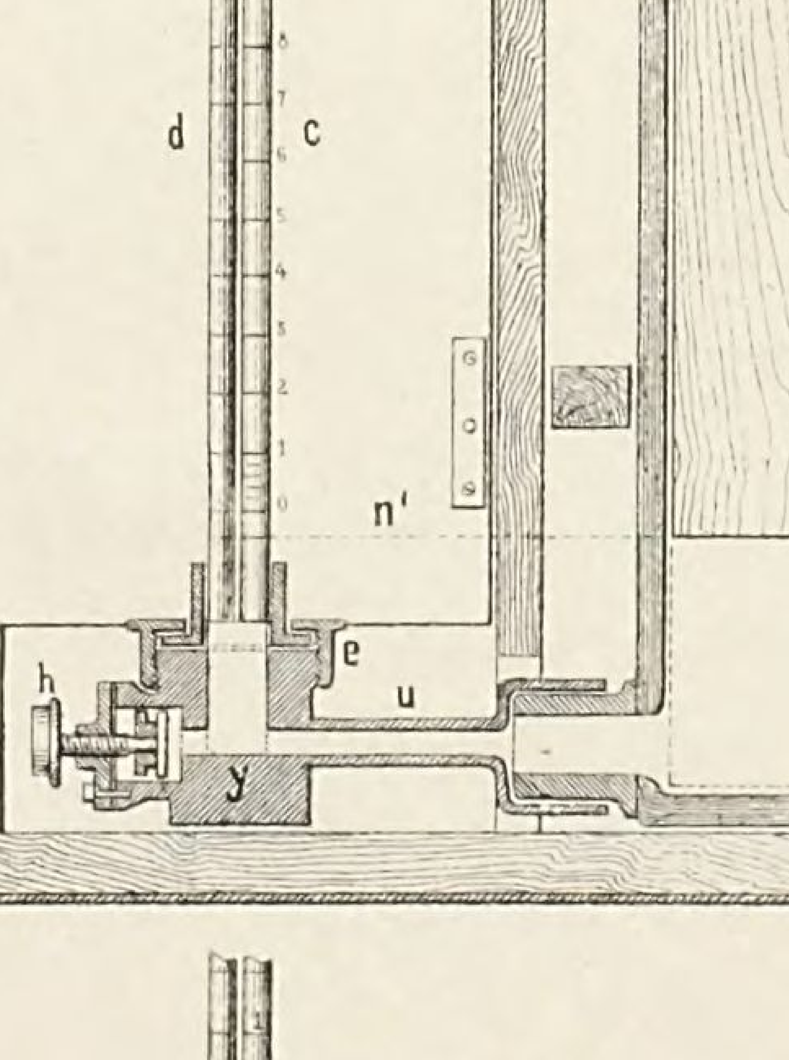


Fig. I.





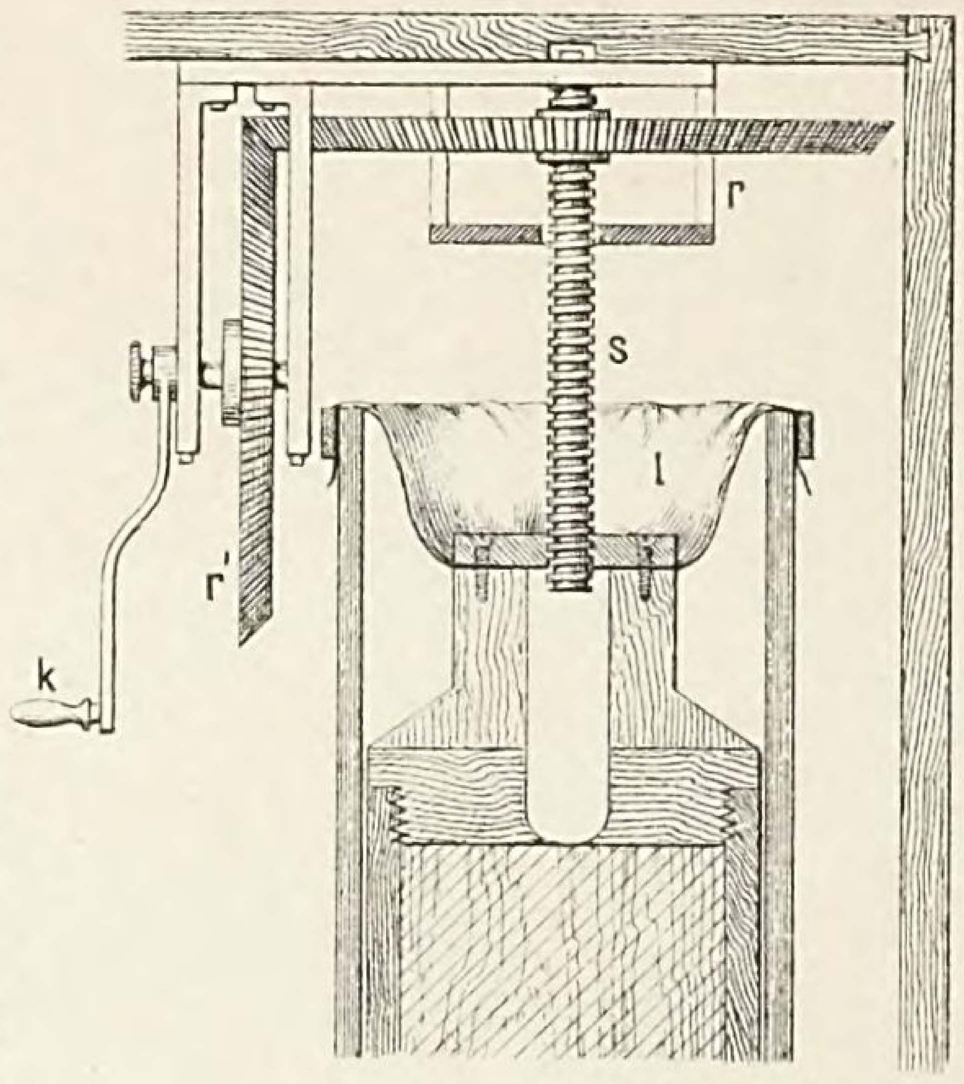


Fig. III.

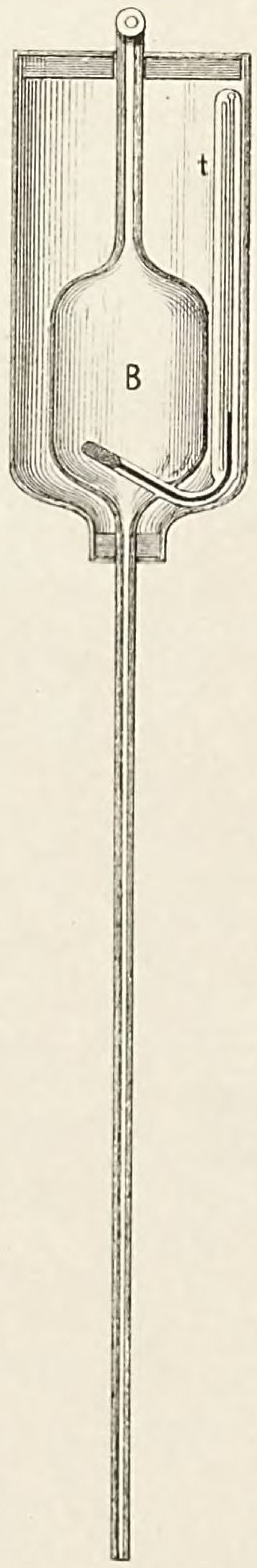


Fig. II.

Techn. art Anst. v. Chr. Höller Wien

Ein einfacher und zweckmässiger Apparat zum Präpariren von Larven und Puppen der Insecten, namentlich der Schmetterlingsraupen.

Von

Fritz A. Wachtl, k. k. Oberförster.

Um die Insecten im Larvenzustande für eine entomologische Sammlung zu präpariren, hat man bisher verschiedene Verfahren angewendet.

Die einfachste aber auch primitivste Methode bestand darin, dass man durch die Afteröffnung des zu präparirenden, seines Inhaltes entleerten Raupenbalges einen entsprechend dicken Strohhalm einführte, jenen mittelst eines Bindfadens an diesen befestigte und dann durch Einblasen von Luft den hiedurch zu seinem möglichst natürlichen Volumen aufgetriebenen Balg über einem Kohlenfeuer trocknete.

Nach dieser Methode präparirte Raupen, hatten entweder an ihrem Körperende eine durch den Bindfaden verursachte unnatürliche Einschnürung oder aber, was noch schlimmer, es ging beim Ablösen des Balges von dem Strohhalme meistentheils das gewöhnlich sehr charakteristische Analsegment mit der Afterklappe und den Nachschiebern verloren. Ein anderer, sehr wesentlicher Nachtheil dieser Procedur bestand, abgesehen von der anstrengenden Arbeit des continuirlichen Blasens und der lästigen Hitze, welcher man dabei ausgesetzt war, darin, dass man den Raupen nicht ihre natürliche, oft so charakteristische Stellung geben konnte, weil man höchstens eine Hand frei hatte, während die andere den Strohhalm an den Mund halten musste. Mit nur einer actionsfreien Hand ist es aber nicht möglich, z. B. einer Spannerraupe die Omegastellung zu geben.

Eine andere Methode des Präparirens ist das Ausfüllen der Bälge, wozu wieder zweierlei Mittel in Anwendung kommen. Es besteht dieser Füllstoff entweder aus dem sogenannten Hexenmehl (Semen Lycopodii, Sulphur vegetabile) oder aber aus einer Composition von Talg und Wachs.

Abgesehen davon, dass es auf diesem Wege nur möglich ist, grössere Raupen zu präpariren, haften diesem Verfahren noch andere Mängel an, welche die derart präparirten

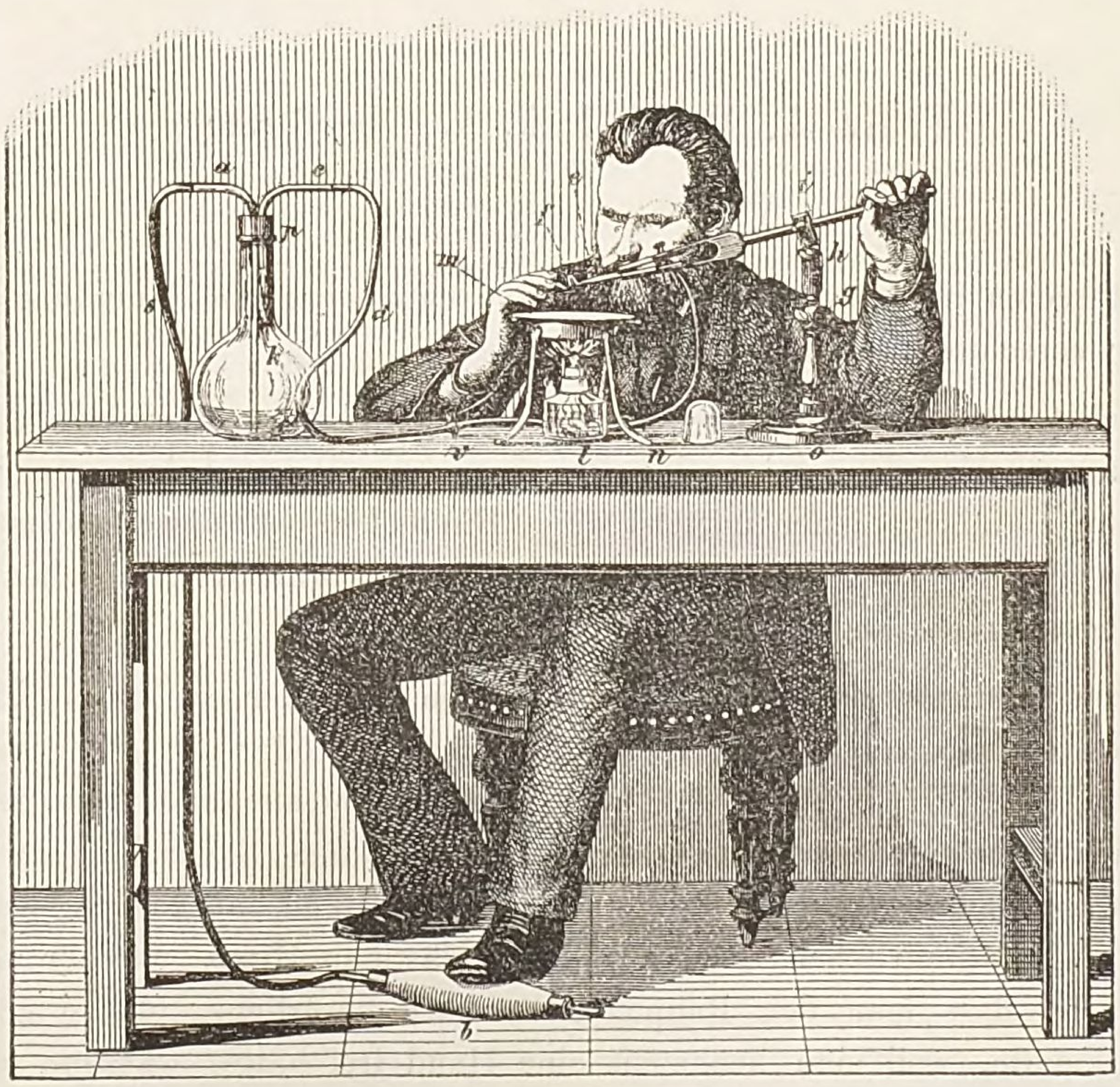
Raupen für Zusammenstellungen naturgetreuer, biologischer Tableaux[1]) unbrauchbar machen.

Die mit Hexenmehl gefüllten Bälge laufen Gefahr bei der allergeringsten Verletzung ihren pulverartigen feinen Inhalt zu verlieren, wodurch in ihrem Umkreise alles verunreiniget wird, während die mit Wachs injicirten durch den Füllstoff ein verhältnissmässig zu grosses Gewicht erlangen um sicher und dauerhaft an einem Theile der Nährpflanze, etc. befestiget werden zu können.

Aus diesem Grunde ziehe ich der letzteren Methode die erstere vor, habe mich jedoch bemüht, die dem genannten Verfahren anhaftenden Mängel zu beseitigen, was ich auch durch die Construction eines einfachen Apparates, welcher seinem Zwecke vollkommen entspricht, erreicht habe.

Dieser Apparat (Fig. 1) besteht aus einem Glaskolben *k*, welcher mittelst eines Kautschuk- oder Korkpfropfen *p* luftdicht geschlossen ist. Durch den Pfropf gehen zwei

Fig. 1.



rechtwinkelig gebogene Glasrohre von ungleich grossem inneren Durchmesser, von welchen das weitere *a* durch Vermittlung eines Kautschukschlauches *s* mit einem Blasebalg *b* communicirt; das engere *c* aber wird durch einen zweiten Kautschukschlauch *d* mit dem zu präparirenden Raupenbalge *f*, welcher an einem, in eine entsprechend feine Spitze ausgezogenen Glasrohre *e* befestiget ist, in Verbindung gebracht.

[1]) Diesen Zweck habe ich bei der Art des Verfahrens beim Präpariren der ersten Stände der Insecten vorzüglich im Auge.

Das Glasrohr *e* wird durch einen Retortenhalter *o* festgehalten, der so construirt ist, dass er Verschiebungen und Drehungen sowohl in verticaler als horizontaler Richtung bei *g*, *h* und *i* gestattet, wodurch wieder Wendungen des Glasrohres nach allen Richtungen hin ermöglicht sind, um den darauf befindlichen Raupenbalg in jeder beliebigen Lage der Wärmequelle nähern zu können.

Letztere besteht aus einer einfachen Weingeistlampe *l*, durch welche eine Metallplatte *m* erhitzt wird, die auf einem Dreifusse *n* ruht. Wenn man, was besser ist, Leuchtgas zur Verfügung hat, so wendet man zur Erhitzung der Metallplatte einen sogenannten Gaskocher kleinerer Sorte an.

Wird nun der Blasebalg — um beide Hände frei zu behalten — mittelst eines Fusses in Action gesetzt, so strömt die Luft durch den Kautschukschlauch *s* und das Glasrohr *a* in den Glaskolben *k* und wird darin in Folge der ungleich weiten Glasrohre *a* und *c* comprimirt, weil durch das engere Rohr *c* nicht so viel Luft ausströmen kann, als durch das weitere Rohr *a* einströmt.

Diese Compression der Luft in dem Kolben ist aus dem Grunde nothwendig, um einen continuirlich und gleichmässig wirkenden Luftstrom zu erhalten, weil die Luft aus dem Blasebalge stossweise in den Kolben eindringt und bei gleicher Weite der Glasrohre auch wieder stossweise in den Raupenbalg übergehen würde, wodurch derselbe entsprechend den Intervallen der stossweise einströmenden Luft folgend, nothwendigerweise abwechselnd einmal sich aufblähen, dann aber wieder flach zusammenklappen müsste.

Durch den Verbindungshahn *v* lässt sich, durch grösseres oder geringeres Oeffnen desselben, ausserdem noch die Menge der in den Raupenbalg einströmenden Luft beliebig regeln.

Will man erhitzte Luft in den Raupenbalg einführen, so hat man den Glaskolben *k* einfach in ein Sandbad zu setzen.

Die Stärkedimension sowie die Feinheit der Zuspitzung des Glasrohres *e*, an welchem der Raupenbalg befestigt wird, richtet sich nach der Grösse der zu präparirenden Raupe. Man muss daher stets eine grössere Anzahl solcher Glasrohre in verschiedenen Stärken zur Auswahl vorräthig haben.

Um den Raupenbalg an dem Glasrohre zu befestigen genügt es, dazu eine einfache Insectennadel oder auch ein Stück Metalldraht, welcher an einem Ende zugespitzt ist, zu verwenden.

Man schlingt (Fig. 2) die Nadel mit ihrem Kopfende um das Glasrohr, biegt dieselbe sodann unter einem rechten Winkel in der Richtung des Rohres ab und krümmt ihre Spitze

Fig. 2.



zu einem kleinen Häkchen, mit welchem der Raupenbalg entweder an der Afterklappe oder einem beim Entleeren der Raupe reservirten Stück Darmkanal befestigt wird. Dasselbe Verfahren wird beim Präpariren von Puppen angewendet.

Schliesslich noch einige Worte über die Leistungsfähigkeit des Apparates.

Wie aus der Beschreibung des Apparates resultirt, werden die nothwendigen Bedingungen, nämlich ein gleichmässig und continuirlich wirkender Luftstrom und eine eben-

solche Wärmequelle bei völliger Wahrung der Actionsfreiheit der Hände durch denselben vollständig erfüllt. Nur dadurch wird es aber möglich in verhältnissmässig sehr kurzer Zeit und ohne jede Anstrengung das Präparat anzufertigen.

Erfordert die Art der Raupe keine besondere sie charakterisirende Stellung, so genügen dazu, je nach der Dicke und Festigkeit ihres Balges bei

grösseren	Exemplaren	4—6 Minuten
mittleren	"	2—4 "
kleinen	"	1—2 "

im anderen Falle wird ein Mehraufwand von einem Dritttheil der angeführten Zeit nothwendig. Wie bei allen mechanischen Arbeiten ist jedoch auch hiebei die Uebung ein nicht zu unterschätzender Factor.

Der Apparat wurde in dem chemisch-physikalischen Institute von Lenoir & Forster, Wien VI., Magdalenenstrasse 14, angefertigt und kann von dort bezogen werden.

Druck von Adolf Holzhausen in Wien
k. k. Universitäts-Buchdruckerei.

Im Verlage

von **Wilh. Braumüller,** k. k. Hof- und Universitätsbuchhändler in **Wien,**

sind erschienen:

Die österreichischen Alpenländer und ihre Forste

von

Josef Wessely,

General-Domänen-Inspector und Forst-Akademie-Director a. D.

2 Theile in 1 Bande gr. 8. 1853. Preis: 7 *fl.* 50 *kr.* — 15 *M.*

Die Alpen, dieses Prachtstück unseres schönen Kaiserreiches, sind zwar im Einzelnen schon vielfach besprochen worden, aber noch Niemand hat sich daran gewagt, von diesem herrlichsten Theile Europas ein ausgeführtes Gemälde zu entwerfen, eine Natur zu schildern, welche alle Klimate in sich birgt, den Einfluss darzustellen, welchen diese eigenthümliche Natur auf den Menschen und seine Wirthschaft übt; noch Niemand hat sich daran gewagt, die gesammte Landeskultur dieses Erdtheiles in scharfen Zügen zu zeichnen, und noch weniger besitzen wir eine Darstellung der weiten Forste dieser Länder und der ganz eigenthümlichen und grossartigen dortigen Waldgewerbe.

Im gegenwärtigen Werke nun ist diese Aufgabe von einem Manne gelöst, welchen langjährige Dienste im Staatsforstwesen mehrerer Hochgebirgskronländer, sorgfältige Bereisung aller übrigen Lande, so wie zahlreiche Verbindungen mit Männern der Wissenschaft und Wirthschaft ganz vorzüglich hiefür befähigen.

Es ist ein Buch für den Nationalökonom und den Staatswirth, denn allenthalben finden sie die Volkswirthschaft vom Standpunkte der politischen Oekonomie geschildert.

Der Forstmann wird darin von seinem, in den Alpen so wichtigen Gewerbe jenes Bild entworfen finden, nach welchem er sich in schönen Stunden bisher vergeblich sehnte.

Und auch die Brust jedes Vaterlandsfreundes wird sich heben bei Durchblätterung dieses Werkes, denn er findet allenthalben den ungeheuren Reichthum an materiellen und geistigen Mitteln und jene Tugenden und Vorzüge hervorgehoben, dank welcher die österreichischen Alpenländer und ihre Völker sich kühn in die erste Linie stellen können.

Und selbst jene, welche weniger nach ernster Wissenschaft, als vielmehr nach heiteren anmuthigen Bildern verlangen, werden das Buch nicht unbefriedigt aus der Hand legen, denn der Verfasser malt das Leben und die Natur mit den frischesten Farben der selbst erlebten Wirklichkeit, er würzt seine Darstellung hier mit den lieblichen Schildereien des Schönen, dort mit der erschütternden Darstellung der erhabenen Alpenphänomene.

Von demselben Verfasser:

Die Einrichtung des Forstdienstes in Oesterreich

in seinem Zusammenhange mit der Domänen-, Montan- und Finanzverwaltung.

Für Gutsbesitzer, Forstwirthe, höhere Domänen-, Montan- und Finanzbeamte.

Neue wohlfeile Ausgabe.

gr. 8. 1866. Preis: 6 *fl.* — 12 *M.*

Die Einrichtung des Forstdienstes, wie des Dienstes der grossen Güter überhaupt, war bisher blosse Empirie; sie wurde zwar in der Literatur besprochen, aber keines der bezüglichen Bücher erhob sich zur Höhe echter Wissenschaft, begründete seine bezüglichen Darlegungen aus der Natur des Gegenstandes, des Landes und der Menschen.

Dieser Mangel wurde nicht nur im gelehrten Verkehre, sondern noch mehr im praktischen Leben, namentlich heute gefühlt, wo der Umschwung gar so vieler Verhältnisse und der Zug nach Veränderung auch zur Umgestaltung des Güterwesens und seiner Verwaltung drängt.

Mit vorstehendem Werke nun bieten wir dem geehrten Publikum ein Buch, in welchem ein hochgeachteter Fachmann und Schriftsteller, dessen Laufbahn ihn mehr als viele andere für diese schwierige Unternehmung befähigte, die Einrichtung des Forstdienstes in seinem Zusammenhange mit der Domänen-, Montan- und Finanzverwaltung wahrhaft wissenschaftlich darzustellen sucht. Wir glauben, die Aufgabe sei mit Geist und Glück gelöst.

Von demselben Verfasser:

Dienstunterricht

für die Forst- und Jagdwachen beider Hälften des Kaiserthums Oesterreich.

Für

Forst- und Gutsbeamte, Wald- und Jagdbesitzer, Gerichts- und politische Beamte, Forst- und Jagdaufseher.

Zweite wesentlich verbesserte Auflage.

gr. 8. 1868. Preis: 1 *fl.* 20 *kr.* — 2 *M.* 40 *Pf.*

Druck von Adolf Holzhausen in Wien
k. k. Universitäts-Buchdruckerei.

BUCHBINDEREI VON AUGUST WERZ MÜNCHEN

BSB Bayerische StaatsBibliothek

MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Mitteilungen aus dem forstlichen Versuchswesen Österreichs

Bd.: 1

Wien 1878

4 Oecon. 262 o-1
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11367084-6